MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS,

de Lille.

ANNÉES 1836-1837 ET PREMIÈRE PARTIE DE 1838.

A LILLE,

DE L'IMPRIMERIE DE L. DANEL, GRANDE-PLACE.

1838.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS,

DE LILLE.

S. 887

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS,

DE LILLE.

1836, 1837 ET 1.re PARTIE DE 1838.

LILLE,
IMPRIMERIE DE L. DANEL, GRANDE PLACE.

1838.

PHYSIQUE ET MATHÉMATIQUES.

ESSAI

D'UNE THÉORIE DU PARALLÉLOGRAMME DE WATT;

Par M. VINCENT,

Professeur au collège royal de Saint-Louis, membre correspondant.

N.° 1.er — Tout le monde connaît cet ingénieux appareil auquel on a donné le nom de *Parallélogramme de* WATT, et que l'on emploie pour imprimer une direction à peu près rectiligne à la tête des pistons des machines à vapeur.

La théorie de cette *ligne*, que l'on appelle ordinairement *courbe à longue inflexion*, a été donnée par M. le baron DE PRONY, d'abord, dans son *Traité des machines à feu*, et postérieurement dans une note qui accompagne son intéressant *Rapport sur les machines à vapeur du Gros-Caillou*. On regrettait toutefois de ne pas trouver dans ces ouvrages l'équation de la courbe en coordonnées rectilignes, résultat qui, du reste, était étranger au but que l'auteur se proposait.

D'un autre côté, HACHETTE, dans son *Traité historique des machines à vapeur*, nous apprend que cette équation est du *sixième* degré; mais le calcul en étant fort compliqué, et l'on peut même dire assez fastidieux, n'était pas de nature à figurer dans un exposé purement historique.

C'est pour suppléer à ces lacunes que je me suis proposé de reproduire et d'examiner cette équation, point de départ naturel des recherches que l'on voudrait entreprendre sur les meilleures dimensions à donner aux différentes pièces qui composent l'appareil en question.

Je ne m'exagère cependant pas l'utilité pratique de l'essai qu'on va lire : dans plusieurs systèmes de machines, entre autres celles de l'ingénieur anglais MAUDSLAY, et les machines *à cylindre oscillant* construites à Paris par M. CAVÉ, on est parvenu, soit à obtenir la direction *quasi-rectiligne* par des moyens plus simples, soit à s'en passer entièrement.

Néanmoins, l'emploi du parallélogramme est loin d'être entièrement abandonné, dans le cas surtout des machines de grandes dimensions, pour lesquelles jusqu'à présent la préférence lui paraît acquise de la part des constructeurs.

La théorie que je présente pourra donc n'être pas encore dépourvue de tout intérêt, ne fût-ce que comme application de calcul; et c'est sous ce point de vue qu'elle doit être principalement envisagée.

Je me trouve conduit, comme on le verra, à y considérer une forme de parallélogramme différente de la disposition ordinaire; je m'abstiens toutefois de décider qu'elle soit préférable à la forme commune : ce sera à l'expérience, si l'on juge qu'elle mérite d'être tentée, à prononcer sur ce point.

Enfin, j'appelle l'attention sur l'emploi que l'architecture et l'art des ornements me paraîtraient pouvoir faire des courbes comprises dans l'équation dont j'ai cherché à reconnaître quelques-unes des principales propriétés.

N.° 2. — Soient A et B (fig. 1.re) les deux centres fixes de l'appareil, APG le grand bras, BP le petit bras, et PLGM le parallélogramme dont le sommet M décrit le lieu cherché. Prolongeons MP d'une quantité PQ égale à LA, et menons AQ,

qui sera ainsi parallèle à LP et à GM. Le point décrivant M pourra alors, suivant la remarque de HACHETTE, être considéré comme placé sur le prolongement d'une droite PQ assujettie à glisser par ses extrémités Q et P sur les deux circonférences décrites des points A et B comme centres respectifs avec les rayons AQ et BP.

Cela posé, prenons pour origine des coordonnées un point quelconque O de la droite AB. Faisons

$$OA = a,\ OB = b,\ \text{et}\ AB = a + b = c;$$

$$BP = p,\ AQ = LP = GM = q;$$

$$PM = LG = r,\ QM = AG = s,\ \text{et}\ PQ = AL = s - r = d.$$

Nommons x et y les coordonnées du point M, x' et y' celles du point P, x'' et y'' celles du point Q. Les distances BP, AQ, PQ, nous donneront d'abord les relations

$$(x' - b)^2 + y'^2 = p^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [1],$$
$$(x'' + a)^2 + y''^2 = q^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [2],$$
$$(x' - x'')^2 + (y' - y'')^2 = d^2 \quad . \quad . \quad . \quad [3].$$

Puis la droite MPQ aura pour équation

$$y - y' = \frac{y' - y''}{x' - x''}\,(x - x'),$$

ou bien $$y\,(x' - x'') - x\,(y' - y'') = x'\,y'' - y'\,x'' \qquad [4].$$

Enfin les distances PM et QM nous donneront

$$(y - y')^2 + (x - x')^2 = r^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [5],$$
$$(y - y'')^2 + (x - x'')^2 = s^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [6].$$

Cela fait en tout *six* équations; c'est-à-dire une de plus qu'il

n'en faut pour éliminer les *quatre* variables x', y', x'', y''. Mais l'une de ces six équations, l'équation [3], que nous emploierons néanmoins conjointement avec les autres pour rendre l'élimination plus facile, est une conséquence des équations [4], [5], et [6], comme il serait facile de le faire voir.

N.° 3. — Pour effectuer l'élimination, retranchons d'abord [6] de [5], nous obtenons [7]. (1)

Combinons cette équation avec [1] et [2], nous avons [8]; ou bien, changeant les signes, faisant pour abréger

$$a^2 - b^2 + p^2 - q^2 + d\,(r + s) = 2\,g^2 \qquad [9],$$

et divisant par 2,

$$y\,(y' - y'') + x\,(x' - x'') = bx' + ax'' + g^2 \qquad [10].$$

De cette dernière on tire [11]; mais l'équation [4], élevée au carré, donne aussi [12]; ajoutons [11] et [12] en faisant usage de la valeur de d^2 [3]; et nous obtenons

$$d^2\,(y^2 + x^2) = (x'\,y'' - y'\,x'')^2 + (bx' + ax'' + g^2)^2 \qquad [13].$$

D'un autre côté, des équations [1], [2], et [3], on tire [14]; ou bien, en faisant encore pour abréger,

$$a^2 + b^2 - p^2 - q^2 + d^2 = 2\,h^2 \qquad [15],$$

puis, divisant par 2 et élevant au quarré,

$$(bx' - ax'' - h^2)^2 = (x'\,x'' + y'\,y'')^2 \qquad [16].$$

Maintenant, les équations [13] et [16], combinées avec [1] et [3], nous donnent [17]; ce qui se réduit, en développant et

---

(1) Voir à la fin du Mémoire les tableaux des équations trop étendues pour entrer dans la largeur des pages de ce volume.

divisant par $d = s - r$, à [18], ou simplement, en faisant

$$p^2 s - q^2 r + drs = k^3 \qquad [19],$$

à $d(y^2 + x^2) + b^2 s - a^2 r - k^3 - 2sbx' - 2rax'' = o$ [20],

équation qui est entièrement débarrassée de y' et de y''.

Nous pouvons en obtenir deux autres qui soient dans le même cas, en combinant alternativement les équations [1] et [5], puis [2] et [6], ce qui donne d'abord

$$2(x - b)x' + 2yy' = p^2 - r^2 - b^2 + x^2 + y^2 \qquad [21],$$

$$2(x + a)x'' + 2yy'' = q^2 - s^2 - a^2 + x^2 + y^2 \qquad [22];$$

puis alors, combinant de nouveau [1] avec [21], puis [2] avec [22], nous avons pour résultat [23] et [24]; et il ne reste plus alors qu'à éliminer x'et x'', ou plutôt $(x' - b)$ et $(x'' + a)$, entre ces équations [23] et [24], et l'équation [20] que nous mettrons préalablement sous la forme [25].

N.° 4. — Si maintenant, pour effectuer cette dernière élimination, on voulait employer les moyens ordinaires, ceux qui se présentent le plus naturellement, le résultat du calcul ou l'équation finale, qui est celle du lieu cherché, paraîtrait devoir être du *seizième* degré; mais on parvient à une équation du *sixième* degré seulement par le procédé qui suit.

L'origine des coordonnées étant restée arbitraire sur la droite AB, plaçons-la à l'une des extrémités de cette droite, par exemple au point A. Alors nous aurons $a = o$ et $b = c$; et l'équation [25] ne contenant plus x'', l'élimination se réduira à prendre la valeur de $(x - c)$ dans cette équation et à la substituer dans [23], ce qui nous donnera, pour l'équation du lieu rapporté au point A, [26], ou mieux, en ordonnant par rapport à y: [27]; mais comme il est nécessaire que nous ayons l'équation rapportée à une origine quelconque, remettons par-

tout $(x + a)$ au lieu de x, ou bien $(x - b)$ au lieu de $(x - c)$; et nous obtiendrons alors, pour cette équation, [28], en faisant pour abréger [29], relations auxquelles doit être jointe la valeur de k ou [19].

N.° 5. — A l'inspection de l'équation [28], on reconnaît que la courbe représentée est symétrique par rapport à l'axe des x, ou en d'autres termes, qu'elle a pour axe de symétrie la droite qui joint les points fixes de rotation A, B. De plus, comme les termes indépendants de y forment un carré affecté du signe $+$, il s'ensuit que l'une des trois valeurs de y^2 considérée comme inconnue et déterminée pour chaque valeur de x, est constamment négative [sauf les cas particuliers où ce carré est nul], et que par conséquent deux valeurs de y sont toujours imaginaires. Ainsi, bien que l'équation soit du *sixième* degré en y, chaque valeur de x ne peut jamais donner plus de *quatre* valeurs réelles de y, égales et de signes contraires deux à deux, c'est-à-dire *quatre* points de la courbe, situés deux à deux symétriquement de part et d'autre de l'axe des x. D'où il suit que la courbe, comme on le verrait d'ailleurs par une discussion complète de son équation, affecte généralement la forme d'une sorte de *lemniscate* ou de *chiffre* 8 plus ou moins régulier (fig. 2), dont les deux boucles sont toujours égales et placées symétriquement par rapport à l'axe (1). Elle peut encore avoir, dans certains cas particuliers dont il serait facile d'établir les conditions, un second axe de symétrie perpendiculaire au premier et passant par le point multiple O qui sépare les deux

(1) La figure 2 correspond aux hypothèses $c = 30$, $d = 14$, $r = 11$, $s = 25$, $p = 17$, $q = 8$. — Ces nombres ont entre eux à peu près les mêmes rapports que les dimensions des pièces de la machine de M. Edwards, celle qui a fait l'objet du rapport de M. de Prony.

La courbe de la figure 2, ainsi que toutes celles données pour exemple dans ce Mémoire, a été construite mécaniquement au moyen d'un petit appareil décrit dans l'ouvrage de Hachette, page 86.

boucles ; mais l'examen de ce second axe ne peut être d'aucune utilité.

Relativement au cas où le carré formant l'ensemble des termes indépendants de y est nul, il en résulte, si l'on ne tient pas compte des valeurs doubles, une équation du troisième degré en x dont une des racines est toujours réelle ; c'est évidemment l'abscisse du point multiple. Quant aux deux autres racines, elles ne peuvent, lorsqu'elles sont réelles, donner que des points conjugués situés sur l'axe.

Nous observerons encore que la courbe ne saurait avoir de branche infinie ni par conséquent d'asymptotes, par la raison que les termes les plus élevés en degré se groupent sous la forme suivante :

$$d^2 (y^2 + x^2)^3 + 2 \text{ A } dx (y^2 + x^2)^2 + \text{etc.},$$

et ne peuvent, par conséquent, être séparément annullés.

En supposant la courbe rapportée au point multiple O, on aura $G = o$; et l'une des circonstances les plus importantes à considérer sera alors l'inclinaison de la tangente au point O pris pour origine. Pour cela, nommons t la *tangente trigonométrique* de l'angle que fait avec AB la tangente géométrique de la courbe au point O ; faisons $y = tx$; divisons ensuite par x^2 devenu facteur commun ; et enfin posons $x = o$ et $y = o$. Nous aurons ainsi

$$E t^2 + F^2 = o \qquad [30].$$

Or, dans la pratique, l'une des deux valeurs de t tirées de cette équation doit donner une direction verticale. Appelons α l'angle que la droite AB doit faire alors avec l'horizontale AH menée par le point A, et sur laquelle se trouve, dans la machine de M. Edwards, la limite supérieure C de la course totale CC'. Nous aurons $tang. \alpha = 1$; d'où

$$E + F^2 \, tang.^2 \alpha = o \qquad [31],$$

équation qui exprime, entre l'angle α et les paramètres contenus dans les coefficients E et F, une relation propre à produire la direction verticale demandée.

N.° 6. — Maintenant, le cas que nous nous proposons d'étudier plus particulièrement est celui où l'on voudrait faire prendre à la tête du piston un mouvement symétrique de part et d'autre du milieu de sa course. Or, ce résultat exige évidemment que les deux tangentes au point multiple se confondent en une seule perpendiculaire à l'axe des x devenu alors horizontal; et pour cela, il est facile de reconnaître que l'on doit avoir :

soit $c - d = p - q$, soit $c - d = q - p$ [32].

Alors les distances comptées à partir des centres de rotation A et B, en allant *vers* le point multiple, sont respectivement $(s - q)$ et $(p - r)$ pour le premier cas, $(s + q)$ et $(p + r)$ pour le second. De sorte que si l'on veut y placer l'origine des coordonnées, il faudra faire

$$a = s \mp q \quad \text{et} \quad b = \pm p - r \qquad [33].$$

Admettons le cas des signes supérieurs, en observant que le calcul étant supposé effectué pour cette hypothèse, le calcul relatif aux signes inférieurs se déduirait du premier en y changeant simplement les signes de p et de q, vu que, d'ailleurs, les coefficients [29] ne contiennent que les carrés de ces quantités.

En conséquence, faisons $a = s - q$ et $b = p - r$ dans ces coefficients; et ils deviennent [34].

L'équation [28], modifiée conformément aux hypothèses précédentes, est alors telle que quand on y fait $x = o$, elle se réduit à $y^4 (d^2 y^2 + B) = o$; et $y = \pm \frac{\sqrt{-B}}{d}$ sont les ordonnées de deux points où, indépendamment de l'origine, la courbe coupe

l'axe des y. Mais ces ordonnées ne sont réelles qu'autant que B est négatif (fig. 3); dans l'hypothèse contraire (fig. 4 et 5), elles sont imaginaires (1), ce qui a toujours lieu, en particulier, dans le second cas des équations [32] et [33].

N.° 7. — Il résulte de ce qui vient d'être dit que quand B est négatif, la courbe a nécessairement (fig. 3) deux points d'inflexion I, I′, situés sur celui des deux arcs qui est le plus rapproché de la tangente commune. Et le cas le plus favorable à l'emploi de cette courbe comme trajectoire *quasi-rectiligne*, est évidemment celui où les deux points d'inflexion se réunissent en un seul point de serpentement placé au point de contact des deux branches ou au point multiple : car alors, celle des deux branches qui est le plus rapprochée de la tangente, a trois éléments consécutifs en ligne droite. Or, la condition analytique de cette circonstance est évidemment exprimée par l'équation $B = o$, ou

$$d^4 - 2(qs + pr)\,d^2 + (qs - pr)^2 = o \qquad [35],$$

qui, résolue, donne

$$d = \sqrt{qs} + \sqrt{pr}. \qquad [36],$$

Supposons en outre que l'on veuille faire passer la courbe au centre de rotation B, comme on l'établit le plus ordinairement dans la pratique. Alors on a :

$$\left.\begin{array}{l} p = r, \quad s - 2r = \sqrt{qs}, \quad \text{d'où } q = \dfrac{(s-2r)^2}{s} \\ \text{et} \qquad\qquad c = 4\dfrac{r}{s}\,d. \end{array}\right\} \quad [37].$$

(1) La figure 3 est construite sur les hypothèses de $c = 24$, $d = 21$, $p = 10$, $q = 7$, et $r = 19$;

La figure 4 sur celles de $c = 24$, $d = 21$, $p = 10$, $q = 7$, et $r = 3$;

Et la figure 5 sur celles de $c = 24$, $d = 20$, $p = 5$, $q = 9$, et $r = 5$.

Si l'on fait $s = mr$, la longueur s du demi-balancier sera partagée en m parties égales, dont *une* sera employée à former l'un des côtés du parallélogramme; et l'on aura, en fonction de cette longueur,

$$\left.\begin{aligned} p = r = \frac{1}{m}\,s, \quad d = \frac{m-1}{m}\,s, \quad c = 4\,\frac{m-1}{m^2}\,s, \\ q = \left(\frac{m-2}{m}\right)^2 s \end{aligned}\right\} \text{[38]}.$$

Par exemple :

$$\left.\begin{aligned} m = 3, \quad p = r = \frac{1}{3}\,s, \quad d = \frac{2}{3}\,s, \\ c = \frac{8}{9}\,s, \quad q = \frac{1}{9}\,s \end{aligned}\right\} \text{(fig. 6)}.$$

$$\left.\begin{aligned} m = 4, \quad p = r = \frac{1}{4}\,s, \quad d = \frac{3}{4}\,s, \\ c = \frac{3}{4}\,s = d, \quad q = \frac{1}{4}\,s = p = r \end{aligned}\right\} \text{(fig. 7)}.$$

On peut demander, au contraire, que le point B se trouve, non plus sur la trajectoire du point M, mais sur celle de l'extrémité G du balancier. Alors, au lieu de supposer $p = r$, il faut faire $c = s$ et $p = q + r$; d'où, substituant la valeur $q = p - r$ dans [35], on tire l'équation

$$d^2\,p^2 - 2\,(s^2 + dr)\,dp + s^2\,d^2 + s^2\,r^2 + r^3\,d^2 = 0 \quad \text{[39]},$$

qui, résolue, donne

$$p = \frac{\left(s \pm \sqrt{rd}\right)^2}{d} \quad \text{et} \quad q = \frac{s\left(s \pm 2\sqrt{rd}\right)}{d} \qquad \text{[40]}.$$

Enfin, faisant encore $s = mr$, on obtient

$$\left.\begin{aligned} d &= (m-1)\,r, \quad p = \frac{\left(m \pm \sqrt{m-1}\right)^2}{m-1}\,r, \\ q &= \frac{\left(m \pm 2\sqrt{m-1}\right) m}{m-1}\,r \end{aligned}\right\} \quad [41].$$

Par exemple :

$$\left.\begin{aligned} m = 5, \quad c = s = 5\,r, \quad d = 4\,r, \\ p = \frac{9}{4}\,r, \quad q = \frac{5}{4}\,r \end{aligned}\right\} \text{(fig. 8)}.$$

N.° 8. — Malgré les avantages que peuvent offrir les systèmes particuliers représentés par les *figures* 6 et 8, par exemple, et que nous venons d'examiner, ils ont encore néanmoins un assez grand inconvénient résultant du degré élevé de l'équation, degré qui ne laisse pas que de rendre assez difficile, d'abord la discussion complète de la courbe, en second lieu, la détermination des relations qui existent entre les paramètres dans les circonstances les plus favorables, et par suite celle des différens élémens matériels qui doivent être préférés dans la construction à la composition du parallélogramme de Watt.

Or, l'équation [32] présente un cas particulier remarquable, celui de

$$p = q \quad \text{et} \quad c = d \qquad [42],$$

dans lequel l'équation se décompose en deux facteurs dont l'un représente un cercle et dont l'autre n'est plus que du *quatrième* degré. Tel est, par exemple, le cas de la *figure* 7.

Il est facile de reconnaître *à priori*, et HACHETTE l'avait en effet remarqué, que cette décomposition doit avoir lieu dans de telles hypothèses. Car les côtés alternatifs du quadrilatère ABPQ (fig. 1.re) étant égaux deux à deux, sont aptes à former un parallélogramme; et dans cette situation particulière de la figure, c'est-à-dire tant que les côtés opposés conservent leur parallélisme, le balancier AG restant constamment fixe sur AB, et AP se confondant avec LP, les points P et M décrivent d'un rayon commun p, des circonferences de cercle ayant respectivement pour centres les points L et G placés sur AB, le premier en B, et le second à une distance r au-delà du premier.

Reste à obtenir l'équation de quatrième degré qui doit représenter le lieu du point M dans toutes les autres situations de l'appareil. A cet effet, établissons d'abord, pour les hypothèses que nous venons de faire [42], les valeurs des coefficients [34]. Nous avons ainsi:

$$\left.\begin{aligned}
A &= d\left\{s + r - 3p\right\} \\
B &= d^2\left\{d^2 - 2(s+r)p + p^2\right\} \\
C &= d^2\left\{s^2 + r^2 - 6(s+r)p + 7p^2\right\} \\
D &= -2pd^2\left\{s^2 + r^2 - 2(s+r)p + p^2\right\} \\
F &= 2d\left\{rs - (s+r)p + p^2\right\}
\end{aligned}\right\} \quad [43];$$

et sous ces nouvelles conditions, l'équation de la courbe devient divisible par $d^2(y^2 + x^2 - 2px)$, en donnant pour quotient un polynome qui peut se mettre sous la forme [44].

C'est ce facteur égalé à *zéro* qui donne l'équation de la courbe dont nous avons maintenant à examiner plus particulièrement les propriétés.

N.° 9. — La forme générale de cette courbe est une sorte de *demi-lune* (fig. 9), coupant l'axe des x à l'origine O et en un second point O′ qui a pour abscisse $2p$. Elle a deux points d'inflexion, I, I′, l'un supérieur, et l'autre inférieur à l'axe, et il existe en outre un point conjugué R, qui a pour abscisse $x = -(s+r)+p$, c'est-à-dire qui est situé à une distance r en-deçà du centre de rotation A, du côté des abscisses négatives.

L'équation se simplifie un peu quand on prend ce point conjugué pour origine des coordonnées; et elle devient alors, quand on a mis c au lieu de $(s-r)$: [45].

De plus, on peut rapporter la courbe à un système de coordonnées polaires, ayant le même point conjugué pour pôle et l'axe des x pour origine des angles.

En effet, l'équation peut d'abord se mettre sous la forme [46].

Alors, si l'on fait

$$y = \rho \sin.\omega, \text{ et } x = \rho \cos.\omega \text{ d'où } y^2 + x^2 = \rho^2 \quad [47],$$

on obtient immédiatement, en divisant par ρ^2,

$$\rho^2 - 2(s+r)\rho \cos.\omega + c^2 - p^2 + 4rs\cos.^2\omega = o \quad [48];$$

d'où, résolvant par rapport à ρ,

$$\rho = (s+r)\cos.\omega \pm \sqrt{p^2 - c^2 \sin.^2\omega} \quad [49].$$

Ces diverses formes d'équation auront chacune leurs applications; et nous pouvons sur-le-champ employer la dernière [49] comme moyen de construction de la courbe, en nous servant du procédé géométrique suivant.

Soit toujours $AB = c = d$ (fig. 9). Prenons $BK = AR = r$. Décrivons une circonférence sur $KR = c + 2r = s + r$ comme diamètre. Soit l'angle $KRS = \omega$. Le point S étant sur la circon-

férence, RS est égal à $(s + r)\ cos.\ \omega$. Alors, pour obtenir les points M′ et M″, correspondant à l'angle ω, et appartenant à la courbe, il suffit de prendre sur RS, de part et d'autre du point S, la distance facile à construire $SM'' = SM' = \sqrt{p^2 - c^2\ sin.^2\ \omega}$. Quand cette distance devient nulle, c'est-à-dire quand $sin.\ \omega = \frac{p}{c}$, les deux valeurs du rayon vecteur se confondent en une seule, qui est celle des tangentes RT et RT′.

Nous ferons encore sur ce qui précède une observation qui nous sera fort utile. C'est que l'angle ω compris entre le rayon vecteur RM et la droite fixe AB, est toujours la moitié de celui que fait, avec la même droite AB, la position du demi-balancier qui correspond au même point M. En effet, remarquons d'abord que le quadrilatère ABPL (fig. 10) est symétrique par rapport à sa diagonale AP; d'où il résulte que les angles PAB et PAL sont égaux. Faisons donc $PAB = PAL = \alpha$, ou $BAL = 2\alpha$; il s'agit de prouver que

$$\alpha = \omega \qquad [50].$$

Pour cela, nous savons que R étant le point conjugué pris pour pôle, on a $AR = PM = LG = r$. Nommons AZ le prolongement de PA. A cause des parallèles MP et LA, $MPA = LAZ$, et vu l'égalité des angles PAL et RAZ, on a encore $LAZ = PAR$; d'où $MPA = PAR$. Ce qui prouve que le quadrilatère MPAR est un trapèze dont MR et PA sont les bases. Il en résulte que MRA ou ω est égal à PAB ou α, ce qu'il fallait démontrer.

N.° 10. — Examinons maintenant, comme nous l'avons déjà fait au *numéro* 7, le cas où les deux points d'inflexion I et I′ de la *figure* 9, se réunissent (fig. 11). Or, il faut pour cela que quand on fait $x = o$ dans l'équation [44], les *quatre* valeurs de y soient *nulles* à la fois, ce qui établit entre les paramètres d, p, r, et s, la relation suivante conforme à [35] :

$$d^2 - 2(s + r)p + p^2 = o \qquad [51];$$

d'où l'on tire, en résolvant par rapport à p,

$$p = s + r - 2\sqrt{rs}, \text{ ou } p = \left(\sqrt{s} - \sqrt{r}\right)^2 \qquad [52].$$

La construction de cette valeur de p en fonction de r et de s peut s'effectuer bien facilement de manière à satisfaire à l'équation [52].

A cet effet, après avoir porté sur la longueur totale AG $= s$ (fig. 12) du demi-balancier, une partie arbitraire GB prise pour valeur de r, et avoir mesuré de même AK $=$ AK′ $=$ BG $= r$, je décris sur KG $= (s + r)$, comme diamètre, une demi-circonférence; du point G comme centre et du rayon GK′ $=$ AB $= (s - r)$, je trace l'arc K′E. La droite KE est alors égale au radical; je la rabats sur KG en KM. Le point M est la position de la tête du piston dans le milieu de sa course. Ainsi GM $= p$. En prenant également BP $= p$, on a les *quatre* points G, B, M, P, pour positions respectives des *quatre* sommets G, L, M, P, du quadrilatère de la *figure* 10, à l'instant où le balancier est dans la position horizontale ou moyenne.

Maintenant la condition [52] étant ainsi remplie, l'équation de la courbe, rapportée au point O et multipliée par $4\,p^2$ pour éviter les fractions, se réduit à [53].

Et dans la même hypothèse, la valeur du rayon vecteur [49] devient

$$\rho = \frac{c^2 + p^2}{2\,p} \cos.\,\omega \pm \sqrt{p^2 - c^2\,\sin.^2\,\omega} \qquad [54].$$

De cette formule on peut déduire facilement deux quantités qu'il importe beaucoup de connaître : *l'élévation* du point M correspondant à un angle donné du balancier, et son *écart* de la verticale. Pour cela, en nommant x et y les coordonnées de ce point M rapporté au point O, on a d'abord

$$y = \left\{ \frac{c^2 + p^2}{2p} \cos.\ \omega - \sqrt{p^2 - c^2 \sin.^2 \omega} \right\} \sin.\ \omega \quad [55],$$

$$\text{et } x = \left\{ \frac{c^2 + p^2}{2p} \cos.\omega - \sqrt{p^2 - c^2 \sin.^2 \omega} \right\} \cos.\omega - \frac{c^2 - p^2}{2p} \quad [56],$$

le dernier terme de x provenant de ce que le point O a lui-même pour abscisse, comptée du point conjugué pris pour pôle, $c - p + 2r = s + r - p$, ou, d'après [51], $\frac{c^2 + p^2}{2p} - p = \frac{c^2 - p^2}{2p}$.

La première de ces deux formules, ou [55], facile à calculer en fonction de ω, donne la distance parcourue par le point M depuis le milieu O de sa course, ou plutôt la projection verticale de cette distance, ou enfin la *hauteur* du point M.

La seconde formule, ou [56], peut se mettre, en fonction de la précédente, sous la forme

$$x = y \cot.\ \omega - \frac{c^2 - p^2}{2p} \quad [57];$$

et elle donne, pour la hauteur y, la *déviation linéaire* du point M. En attribuant à ω, pour valeur particulière, la moitié (n.° 9) de celle de l'angle que, d'après les dimensions données à l'excentrique du volant, le balancier fait, dans chacune de ses positions limites, avec sa position moyenne ou horizontale, la valeur correspondante de x exprimera la distance qu'il convient de mettre entre l'axe du cylindre et la verticale du point M de la *figure* 12, qui est relative à cette position moyenne, en y supposant horizontale la ligne AB.

Enfin la *déviation angulaire*, ou la *flexion de la tige du piston*, a pour *tangente* trigonométrique

$$\frac{x}{y} = cot.\,\omega - \frac{c^2 - p^2}{2\,p\,y} \qquad [58];$$

et c'est de la petitesse de cette expression dans la position extrême du balancier, que dépend le plus ou moins d'avantage que peut présenter l'emploi de telle courbe comparée à telle autre.

[Nous donnerons tout à l'heure une application numérique de ces diverses formules.]

Si maintenant on voulait avoir la *déviation maximum* relative, non plus seulement à l'angle décrit par le balancier, mais à la courbe totale, toujours supposée donnée dans les conditions prescrites ci-dessus, c'est-à-dire en un mot la déviation correspondant au point limite T (fig. 11), il faudrait faire dans les formules précédentes,

$$sin.\,\omega = \frac{p}{c}, \quad cos.\,\omega = \frac{c^2 - p^2}{c} \qquad [59],$$

d'où $$y = \frac{c^2 + p^2}{2\,c^2}\sqrt{c^2 - p^2}, \quad x = \frac{c^2 - p^2}{2\,c^2} \qquad [60],$$

et par suite

$$\frac{x}{y} = \frac{\sqrt{c^2 - p^2}}{c^2 + p^2}\,p \qquad [61].$$

Or, si l'on fait, comme au *numéro* 7,

$s = mr$, d'où $c = (m - 1)\,r$ et $p = \left(\sqrt{m} - 1\right)^2 r$ [62],

cette valeur de $\frac{x}{y}$ devient

$$\frac{x}{y} = \sqrt[4]{m}\,\frac{\sqrt{m}-1}{m+1} \qquad [63],$$

quantité qui diminue à mesure que m augmente, et qui devient *nulle* quand $m = \infty$.

Cette conséquence ne suffirait cependant pas pour prouver que l'emploi de la courbe deviendra de plus en plus avantageux à mesure que la valeur de m sera plus grande ou que la portion du demi-balancier s, prise pour valeur de r, sera plus petite : car ce n'est pas tout l'arc TOT' (fig. 11) que l'on emploie, mais seulement une partie de cet arc.

C'est pourquoi il est encore nécessaire de faire voir que la déviation angulaire partielle, correspondant à un même arc parcouru par l'extrémité du même balancier, est aussi d'autant moindre que m est plus grand. Pour cela, il faut exprimer en fonction de m et de s la valeur de la fraction $\frac{c^2-p^2}{2py}$ [58], et prouver que cette valeur, toujours moindre que $cot.\,\omega$, approche autant qu'on le veut de $cot.\,\omega$, ou que son inverse $\frac{2py}{c^2-p^2}$ a pour limite $tang.\,\omega$, ou se réduit à $tang.\,\omega$ quand $m = \infty$. C'est ce qu'il est facile de faire ; car d'abord de [54] on tire [64] ; d'où [65], et par suite, en multipliant par $\frac{2p}{c^2-p^2}$ $= \frac{\sqrt{m}}{2s}$, [66], expression qui jouit de la propriété énoncée, comme il est facile de le faire voir au moyen des procédés ordinaires.

Il suffit, au reste, dans la pratique, de calculer pour chaque cas particulier, la valeur de $\frac{x}{y}$.

N.° 11. — Pour donner un exemple numérique de ces diverses formules, admettons le cas d'un balancier semblable à celui de

la machine de M. Edwards, dont nous avons parlé au commencement de cette théorie. Ce balancier parcourait un angle de 17° 35′ 30″ pendant une demi-course du piston : telle serait donc ici la valeur de 2α; d'où $\alpha = 8° 47' 45''$. Supposons que l'on adopte le système correspondant à $m = 9$, c'est-à-dire que l'on partage le demi-balancier en 9 parties égales, dont *une* soit employée à former le côté LG (fig. 10) du parallélogramme. En prenant cette valeur de LG $= r$ pour unité, il en résultera, d'abord [62] : $s = 9$, $e = 8$, et $p = 4$; d'où l'on tirera d'abord, pour la valeur extrême de y, ou pour la longueur verticale de la demi-course [55] :

$$y = 5\,sin.\,2\alpha - 4\,sin.\,\alpha\sqrt{1-4\,sin.^2\alpha} = 1{,}511156 - 0{,}582349,$$

ou $y = 0{,}928807$.

Ensuite [57] $x = y\ cot.\ \alpha. - 6 = 6{,}002615 - 6$, ou $x = 0{,}002615$.

Et enfin $\frac{x}{y} = \frac{1}{355}$, valeur qui est presque exactement la même que celle observée par M. de Prony dans la machine en question. On obtiendrait une déviation plus petite en prenant une plus grande valeur de m.

Quant à la valeur de y ou de la demi-course, elle est ici beaucoup moindre ; car si, au lieu de prendre r pour unité, comme nous l'avons fait, on lui donne la valeur $r = 0{,}27944$, qui est $\frac{1}{9}$ de 2,515, longueur du demi-balancier de la machine de M. Edwards, alors la valeur de y, ou 0,928807, devra être multipliée par ce même nombre 0,27944 ; et nous aurons pour produit $y = 0{,}25955$, tandis que dans la machine précitée, la valeur de la demi-course était 0,7607, c'est-à-dire presque triple.

Au surplus, le résultat des comparaisons précédentes ne suffit pas pour mériter à l'espèce particulière de courbes que nous

considérons, la préférence sur celles que l'on emploie ordinairement. Il ne serait pas moins nécessaire de comparer encore, soit les pressions qu'exigent séparément les unes et les autres pour fournir un même résultat dynamique, soit les frottements qui leur correspondent ; mais ce sont des recherches que nous nous contenterons d'avoir indiquées.

N.° 12. — Nous allons terminer cette théorie du parallélogramme en montrant de quelle manière il convient de disposer les diverses pièces qui le composent, quand on veut que le lieu du point M soit une courbe du *quatrième* degré, comme nous l'avons supposé. Il nous suffira pour cela, après avoir rappelé l'attention sur la *figure* 10, de représenter la projection horizontale (fig. 13) de l'appareil, pour le cas où le piston est au milieu de sa course.

Nous supposons que toutes les pièces, à l'exception du balancier GG′, soient doubles et placées symétriquement de part et d'autre de ce balancier.

a A a', axe du *balancier*, fixé dans le châssis $v v' w w'$.

$b\,b$, $b'b'$, axes des deux contre-balanciers ou *guides* $b\,p$, $b'\,p'$.

g G g', l L l', $m\,m$, $m'm'$, $p\,p$, $p'p'$, autres axes de rotation.

LG, portion du demi-balancier, formant l'un des côtés du parallélogramme.

$p\,m$, $p'm'$, côtés constamment opposés au précédent et dits *parallèles*.

$g\,m$, $g'm'$, tringles figurant le *troisième* côté du parallélogramme et pouvant former, conjointement avec l'axe g G g', une pièce unique $m\,g\,g'\,m'$ que nous appellerons le *grand étrier*.

$p\,l$, $p'\,l'$, autres tringles représentant le *quatrième* côté du parallélogramme, opposé au précédant, et formant de même avec l'axe $l\,l'$ un *petit étrier* $p\,l\,l'\,p'$.

p, p', têtes d'une fourchette F (fig. 14) qui conduit la tige du piston, en tournant sur les axes $m\,m$, $m'm'$.

N.° 13. — Nous indiquerons enfin, ainsi que nous l'avons annoncé, une autre application des courbes dont nous avons traité jusqu'ici.

Pour cela, nous désignerons par le nom générique de *Sélénoïdes*, à cause de leur forme (n.° 9, fig. 9), les courbes comprises sous l'équation [44], et nous emploierons le mot *hémicycliques* pour caractériser celles que représente plus particulièrement l'équation [53].

Faisons dans cette dernière,

$$\left.\begin{array}{l} c^2 - p^2 = 2np^2, \text{ ou } c^2 = (2n+1)p^2, \\ \text{d'où} \qquad c^2 + p^2 = 2(n+1)p^2 \end{array}\right\} [67];$$

l'équation [53], se trouvant toute divisible par $4p^2$, se réduira à [68]; et alors, en rapportant toutes les lignes de la figure au rayon p du cercle inscrit ou conjugué, considéré comme paramètre ou comme unité, nous obtiendrons toutes les courbes de l'espèce des *hémicycliques*, en faisant varier simplement le rapport numérique n.

Les *figures* 7 et 11 ne sont autre chose que les *sélénoïdes hémicycliques* correspondant respectivement aux hypothèses $n = 4$ et $n = 24$; et la *figure* 15 est celle qui correspond à $n = 12$. Elles présentent généralement, comme on le voit, l'aspect de *demi-ellipses*, de courbure variable, se raccordant avec leur grand axe par un trait dont la *continuité géométrique* donne à l'ensemble une élégance remarquable.

Toutes ces courbes, et même les sélénoïdes concaves ou *sélénoïdes* proprement dites (fig. 9), nous paraissent donc fort convenables pour former des encadrements de formes aussi gracieuses que variées, dont l'architecture pourrait tirer un parti avantageux dans diverses circonstances. Telle est, par exemple, la bordure d'un tableau ou d'un bas-relief destiné à orner le tympan d'un fronton triangulaire (fig. 16), ou un dessus de

porte circulaire, soit en plein cintre, soit surbaissé; tel est encore le tracé de certains œils-de-bœuf servant de lucarnes ou de soupiraux, etc., etc.

Considérées ainsi sous le point de vue artistique, ces sortes de courbes présenteraient différents problèmes à résoudre sur la détermination des centres de rotation, des bras de levier, ou enfin des paramètres, propres à produire des sélénoïdes qui satisfassent à des conditions données, telles que de toucher certaines droites en certains points, d'avoir certaines dimensions, etc. A cet égard, nous nous contenterons de rappeler qu'il existe un moyen géométrique fort simple de mener une tangente à la sélénoïde : ce moyen résulte de ce que, d'après un théorème démontré par M. Chasles, la normale à la courbe au point M (fig. 1, 9, 11, etc.) passe toujours à l'intersection N des rayons générateurs AQ, BP, qui correspondent à ce point.

Outre ces propriétés dont jouissent les courbes sélénoïdes d'être facilement construites, ainsi que leurs tangentes, par un moyen mécanique, nous allons en démontrer une autre qui ne les rendra pas moins recommandables aux yeux des artistes (et c'est par là que nous finirons), en faisant voir que la quadrature des sélénoïdes se ramène à celle du cercle.

Pour cela, nommons A l'aire comprise dans l'intérieur de cette courbe (fig. 9), et ρ', ρ'', les deux valeurs de ρ de la formule [49].

Il faut alors calculer

$$A = \frac{1}{2} \int (\rho'^2 - \rho''^2)\, d\omega,$$

depuis $sin.\ \omega = -\frac{p}{c}$ jusqu'à $sin.\ \omega = +\frac{p}{c}$. Or, [69] et [70]; donc

$$A = 2\,(s + r) \int cos.\ \omega \sqrt{p^2 - c^2\ sin.^2\ \omega}.\ d\omega + C \qquad [71],$$

l'intégrale étant calculée entre les limites susdites.

Soit fait $sin.\ \omega = z$, d'où $cos.\ \omega\ d\ \omega = dz$ [72]; et alors [73]. Or [74]; donc

$$A = \frac{p^2}{c}(s + r)\,\pi \qquad [75].$$

Et dans le cas particulier de la sélénoïde hémicyclique :

$$A = \frac{1}{2}\frac{p}{c}(p^2 + c^2)\,\pi \qquad [76].$$

$$- y'') - 2x(x' - x'')$$

$$^2 - 2y(y' - y'') - 2x$$

$$xy(y' - y'')(x' - x'') =$$

$$2xy(y' - y'')(x' - x'')$$

$$- a^2 - d^2 = 2(x' x'' +$$

$$+ (bx' - ax'' - h^3)^2 = a^2)$$

$$+ q^2 r - drs - 2sbx' -$$

$$\left\{ p^2 - r^2 + y^2 + (x-b)^2 \cdot (x-b)^2 \right\}^2 - 4p^2 y^2 = 0$$

$$\left\{ q^2 - s^2 + y^2 + (x+a)^2 \; (x+a)^2 \right\}^2 - 4 q^2 y^2 = 0$$

$$2bs(x' - b) - 2ar(x''$$

$$(x-c) - cs \left\{ p^2 - r \right.$$

$$+ \left[\left\{ d(y^2 + x^2) - c^2 s \right. \right.$$

$$\left. \begin{array}{r} d^2 y^6 \\ + \left[\left\{ d(x - \right] y^4 \\ (x-c)(dx^2 - k^3 - c^2 s \\ + (d \end{array} \right] y^3 \\ + \left[(x-c)(dx^2 - \right]^2 \right\} = 0$$

[7] $(y'^2+x'^2)-(y''^2+x''^2)-2y(y'-y'')-2x(x'-x'')+d(r+s)=0$

[8] $p^2+2bx'-b^2-q^2+2ax''+a^2-2y(y'-y'')-2x(x'-x'')+d(r+s)=0$

[11] $y^2(y'-y'')^2+x^2(x'-x'')^2+2xy(y'-y'')(x'-x'')=(bx'+ax''+g^2)^2$

[12] $y^2(x'-x'')^2+x^2(y'-y'')^2-2xy(y'-y'')(x'-x'')=(x'y''-y'x'')^2$

[14] $p^2+2bx'-b^2+q^2-2ax''-a^2-d^2=2(x'x''+y'y'')$

[15] $d^2(y^2+x^2)-(bx'+ax''+g^2)^2+(bx'-ax''-h^2)^2=(p^2+2bx'-b^2-q^2-2ax''-a^2)$

[18] $d(y^2+x^2)+b^2s-a^2r-p^2s+q^2r-drs-2sbc'-2rax''=0$

[23] $4\left\{y^2+(x-b^2)\right\}(x'-b)^2-4\left\{p^2-r^2+y^2+(x-b)^2\right\}(x-b)(x'-b)+\left\{p^2-r^2+y^2+(x-b)^2\right\}^2-4p^2y^2=0$

[24] $+\left\{y^2+r+a^2\right\}a''^2+a^2-4\left\{q^2-s^2+y^2+r+a\right\}\left\{r+a\right\}a''+a\left\{+\left\{q^2-s^2+y^2+r+a\right\}^2-4q^2y^2=0\right.$

[25] $dy^2+x-b^2s+a^2r-b^2-2bsx'-b-2ar(x''+a)=0$

[26] $\left\{\begin{array}{l}\left[\left\{dy^2+r-r's-b^2\right\}r-c-cs\left\{p^2-r^2+y^2+r-c^2s\right\}^2\right\}\\ \quad+\left[\left\{dy^2+r^2-r's-b^2\right\}^2+cp^2s^2\right]y^2\end{array}\right\}=0$

[27] $\left\{\begin{array}{l}\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad d^2y^2\\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad+\left[\left\{dr-c-cs\right\}^2+dd'c^2s-b^2-c^2s\right]y^2\\ +\left[2\left\{d(x-c)-cs\right\}\left\{\left[r-c-dc^2s-b^2-c^2s-cs\left\{p^2-r+x-c^2s\right\}\right]\right.\right.\\ \qquad\qquad\qquad\qquad\left.\left.+dx^2-b-c^2s-+c^2p^2s^2\right]y^2\right.\\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad+\left[x-c-dc^2s-b^2-c^2s-cs\left\{p^2r'+x-c^2s\right\}\right]^2\end{array}\right\}=0$

$$y^4 + (3d^2x^4 + 4\,\mathrm{A}\,d\,\mathrm{G})^2 = 0$$

$$d(a$$

$$(a^2 + b^2)$$

$$4\,d(b^2\,s - a^2\,r$$

$$(a - b)(a^2 + b^2)\,rs - a - b)\,d\,k^3 = \mathrm{D}$$

$$s) - 2\,rs\,(bp^2 + aq^2)(a\,ab\,(ar + bs)(as + br) = \mathrm{E}$$

$$b^2s$$

$$(a\,b + r\,s)($$

$$q\,r - p\,s),$$

$$\cdot\,(q\,s - p\,r)^2,$$

$$+ 4\,p\,q\,\Big\}d^2 + 4\,(q\,r^2$$

$$\cdot\,r\,s)(p + q) + r\,s(p^2$$

$$- 3\,p\,q\,r\,s\,(s + r) -$$

$$r\,s)\,d + q\,r^2 - p\,s^2$$

$$p)\,x + d^2 - 2\,(s + r)\cdot$$

$$+ c^2 - p^2\,\Big]\,y^2 + \Big\{$$

$$- c^2 + p^2\,\Big\}\,(y^2 + x$$

$$- 3p^2)\,x\,\Big]\,y^2 + (2\,p$$

(28) $d^2 y^6 + (3 d^2 x^2 + 2 A dx + B) y^4 + (3 d^2 x^4 + 4 A d x^3 + 2 C x^2 + 2 D x + E) y^2 + (d x^3 + A x^2 + F x + G)^2 = 0$

(29)
$$\left\{\begin{aligned}
&d(a - b) - (bs + ar) = A\\
&(a^2 + b^2) d^2 + (b s + a r)^2 - 2 d k^3 = B\\
&4 d (b^2 s - a^2 r - a b d) + (b r + a s)^2 - 2 d k^3 = C\\
&\text{[illegible]} (a - b)(a^2 + b^2) rs - 2 a b (a - b) d^2 + c r s (p^2 - q^2 - r^2 + s^2) - 2 (a - b) d k^3 = D\\
&k^6 + 2 d (a^2 + b^2)(q^2 r - p^2 s) - 2 rs (bp^2 + aq^2)(a + b) + 2 d^2 abrs - 2 rs (bs + ar)^2 + (b^2 s - a^2 r)^2 + 2 ab (ar + bs)(as + br) = E\\
&b^2 s - a^2 r - 2 abd - k^3 = F\\
&(a b + r s)(b s + a r) - (a p^2 s + b q^2 r) = G
\end{aligned}\right.$$

(30)
$$\left\{\begin{aligned}
&A = d(s + r - p - q) + (q r - p s),\\
&B = d^4 - 2 (q s + p r) d^2 + (q s - p r)^2,\\
&C = \left\{(p - r)^2 + (q - s)^2 + 4 p q\right\} d^2 + 4 (q r^2 - p s^2) d + (p s - q r)^2,\\
&D = \left[\begin{aligned} &r s (p q - r s)(p + q) + r s (p^2 s + q^2 r) + 2 r s (p s^2 + q r^2)\\ &+ p q (s^3 + r^3) - 3 p q r s (s + r) - p q (q s^2 + p r^2) - (p s^4 + q r^4)\end{aligned}\right],\\
&E = 0, \quad F = \left\{(p q \text{ [illegible]}) d + q r^2 - p s^2\right\}, \quad G = 0.
\end{aligned}\right.$$

(31) $y^4 + \left[\text{[illegible]} - p) r + d \text{ [illegible]} (s + r) p + p^2\right] y^2 + \left\{x + s + r - p\right\}^2 (r - \text{[illegible]}$

(32) $y^4 + \left[2 \text{ [illegible]} (s + r) \text{ [illegible]} - p\right] y^2 + \left\{x - s - r^2 - p^2\right\} x^2 = 0.$

(33) $(y \text{ [illegible]} + r)^2 = \left\{\text{[illegible]} + p^2\right\} (y^2 + \text{[illegible]}) + 4 r s x^2 = 0$

(34) $4 p^2 y^4 + 4 p \left[\text{[illegible]} - 3 p^2 \text{ [illegible]}\right] y^2 + (2 p r - c^2 - p^2)^2 x - 2 p x = 0$

$$\sqrt{1 - 4\sqrt{m}\,\frac{(\sqrt{m} - 1}{(m +}}$$

$$- \sqrt{1 - 4\sqrt{m}\,\frac{(\sqrt{m} -}{(}}$$

$$) \sin. 2\omega \left\{ 1 - \sqrt{1 - 4} \right.$$

$$y^2 + (x + np)^2 (x - 2p)$$

$$c^2 \sin.^2 \omega \pm 2 (s + r) \cos. \omega$$

$$\cos. \omega \sqrt{p^2 - c^2 \sin.^2 \omega}$$

$$\sqrt{z^2} . dz = 4 (s + r) \int_0^{+\frac{1}{c}} \sqrt{p^2}$$

$$\sqrt{p^2 - c^2 z^2} + \frac{1}{2} \frac{p^2}{c} arc \left($$

[illegible] $$x = \left(1 + \frac{1}{m}\right)\cos.\,\omega \left\{ 1 - \sqrt{1 - 4\sqrt{m}\,\frac{(\sqrt{m} - 1)^2 + \sqrt{m}\,\cos.^2\omega}{(m+1)^2\cos.^2\omega}} \right\} s$$

[illegible] $$y = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{m}\right)\sin.\,\omega \left\{ 1 - \sqrt{1 - 4\sqrt{m}\,\frac{(\sqrt{m} - 1)^2 + \sqrt{m}\,\cos.^2\omega}{(m+1)^2\cos.^2\omega}} \right\} s$$

[66] $$\frac{2py}{c^2 - p^2} = \frac{\sqrt{m}}{4}\left(1 + \frac{1}{m}\right)\sin.\,2\omega \left\{ 1 - \sqrt{1 - 4\sqrt{m}\,\frac{(\sqrt{m} - 1)^2 + \sqrt{m}\,\cos.^2\omega}{(m+1)^2\cos.^2\omega}} \right\}$$

[68] $$y^4 + 2\left[x^2 + (n-1)\,p\,x \right] y^2 + (x + n\,p)^2 (x - 2p)\,x = 0$$

[69] $$[illegible] = (s + r)^2 \cos.^2\omega + p^2 - c^2 \sin.^2\omega \pm 2\,(s + r)\cos.\,\omega \sqrt{p^2 - c^2 \sin.^2 [illegible]}$$

[illegible] $$\frac{1}{2}\,(\,[illegible]^2 - c^2\,) = [illegible]\,(s + r)\cos.\,\omega \sqrt{p^2 - c^2 \sin.^2\omega}$$

[illegible] $$[illegible] = 2\,(s + r) \int_{-\frac{p}{c}}^{+\frac{p}{c}} \sqrt{p^2 - c^2 z^2}\,.\,dz = 4\,(s + r) \int_{0}^{+\frac{p}{c}} \sqrt{p^2 - c^2 z^2}\,dz$$

[74] $$\int dz \sqrt{p^2 - c^2 z^2} = \frac{1}{2}\,z \sqrt{p^2 - c^2 z^2} + \frac{1}{2}\,\frac{p^2}{c}\,arc\left(\sin. = \frac{c\,z}{p}\right) + C$$

SUR LES COURONNES,

Par M. Delezenne, Membre résidant.

Quand on regarde à travers un réseau à stries parallèles une longue ouverture rectiligne uniformément large de 1 à 3 millimètres et fortement éclairée, les spectres diffractés sont eux-mêmes d'une largeur uniforme, très-brillants et nullement hachés sur leurs bords, parce que les intervalles opaques q, transparents t et leurs sommes S sont constants. Il n'en est plus de même quand on regarde la même ouverture avec un verre uniformément chargé d'une poudre à globules égaux ou à peu près égaux; alors les spectres sont mal terminés, ils sont dentelés sur leurs bords; les couleurs sont ternes, mêlées, parce que les intervalles t, q et S sont un peu variables, et ce mauvais effet est d'autant plus sensible que les globules diffèrent plus en diamètres et sont moins uniformément répandus. Lors même qu'ils sont égaux, sphériques et bien distribués, il est des intervalles opaques q plus efficaces les uns que les autres : ce sont probablement le diamètre et quelques cordes très-peu distantes du centre. D'après la forme complexe de chaque ouverture, il est à plus forte raison des portions de chacune beaucoup plus efficaces les unes que les autres : ce sont les lignes qui, par leur position et leur direction, diffèrent le moins de leurs voisines immédiates de chaque côté. Les parties les plus brillantes du spectre sont produites par l'action combinée de ces divers intervalles les plus efficaces. Pour que le phénomène observé ait lieu,

s'il n'est pas trop irrégulier, il faut que la somme S soit à très-peu près constante pour chaque poudre, et pour qu'on puisse assimiler les phénomènes produits par les deux sortes de réseaux, il faut de plus que le rapport de t à q soit à très-peu près constant d'une poudre à l'autre, au moins si, comme tout l'indique, c'est le diamètre du globule qui est l'intervalle opaque q le plus efficace.

Soit une suite de réseaux à stries parallèles équidistantes et pour lesquels la somme S des intervalles opaque q et transparent t est constante ainsi que la déviation D, le rapport $\frac{q}{t}$ pourra varier d'un réseau au suivant; par exemple, si q va en croissant d'un réseau au suivant, t ira nécessairement en diminuant. Au contraire si le rapport $\frac{q}{t}$ est constant dans tous les réseaux, et si l'une des deux quantités S et D est constante, l'autre le sera aussi. Enfin si le rapport $\frac{q}{t}$ est constant, ainsi que les deux quantités S et D, tous ces réseaux seront identiques. Tout cela est évident par soi-même.

Soit maintenant une série de réseaux à globules égaux entre eux dans tous les réseaux, c'est-à-dire que q est constant. Quelle que soit la distance entre ces globules dans chaque réseau ou d'un réseau à l'autre, la déviation D ne varie pas : c'est un fait constaté par l'expérience; cette distance n'a d'influence que sur la quantité de lumière diffractée. Donc, alors la somme S *efficace* est constante, ainsi que q, donc l'intervalle transparent t *efficace* est constant; donc il y a un rapport entre t et q, entre t et S et entre q et S. Ainsi, pour les réseaux à globules, la déviation ne dépend pas exclusivement de la somme S, comme pour les réseaux à stries, elle dépend aussi de l'intervalle opaque q, puisque S est une fonction de q. Voilà la différence caractéristique entre les deux sortes de réseaux.

J'ai fait voir (p. 69) (*) par des expériences faites au verre rouge saupoudré de lycopode (p. 60) que $S = q + l = 0,0340$, et par des mesures directes au microscope que $q = 0,0272$ environ, d'où j'ai conclu que $\frac{q}{S} = \frac{4}{5}$; mettant pour S sa valeur $\frac{5}{4}\,q$ dans l'équation $D \times S = l$ (p. 51), on aura $D \times \frac{5}{4}\,q = l$, ou plus exactement

$$sin.\,D \times \frac{5}{4}\,q = l, \quad \text{d'où} \quad q = \frac{4}{5}\,\frac{l}{sin.\,D}.$$

Ce rapport $\frac{q}{S} = \frac{4}{5}$ doit rester constant pour toutes les poudres composées de grains sphériques et opaques; il se déduit même d'une conjecture faite d'après une remarque de Fraunhofer (p. 47) et je le croyais assez bien établi pour qu'on pût s'en servir au moins comme d'une approximation pratique suffisante dans ces sortes d'expériences, en attendant qu'une théorie exacte et développée vienne en donner la vraie valeur. Je me vois obligé de soumettre la valeur $\frac{4}{5}$ de ce rapport à un nouvel et plus minutieux examen, car la confiance que je lui accordais vient d'être fortement ébranlée. En effet, dans plusieurs mémoires du plus haut intérêt que M. Babinet vient de présenter à l'académie des sciences, sur l'optique météorologique et l'optique minéralogique, ce savant donne la formule

$$q = \frac{1}{2}\,\frac{l}{sin.\,D}$$

(*) Voir le volume précédent, pour 1836.

pour déterminer le diamètre des corps déliés qui produisent des couronnes ou anneaux colorés.

Cette formule suppose que $t = q$, ce qui n'est pas admissible quand on assimile comme je le fais le phénomène des couronnes à celui d'un réseau à stries parallèles, car un verre chargé à l'excès donne de brillants anneaux (p. 67) bien que *tous* les globules se touchent alors et que nécessairement l'intervalle transparent soit moindre que le diamètre du globule, ce qui m'a fait conclure (p. 68) (*a*) qu'on doit avoir $\frac{q}{t} > 2{,}732054$ et par suite $\frac{q}{S} > 0{,}73205$.

On aurait $q = t$ si la partie opaque q n'était pas le diamètre même du globule, mais bien une corde égale au rayon. Cela est possible pour une suite de cercles en contact, ayant leurs centres en ligne droite, mais si d'autres cercles sont tangents à ceux-là deux à deux, il n'est plus possible de tracer une ligne droite telle que la partie extérieure soit égale à la corde; elle sera toujours plus petite que cette corde.

A moins que la somme S ne soit égale au diamètre des globules, on ne peut non plus avoir

$$q = \frac{l}{sin.\ D},$$

car ce serait supposer que $t = 0$, ce qui serait absurde.

Ainsi, toujours en assimilant le phénomène produit par les réseaux à petits globules sphériques et égaux, au phénomène produit par les réseaux à stries parallèles, assimilation que je

---

(*a*) Au bas de cette page on a imprimé $\frac{S}{t} = 4$ au lieu de $\frac{S}{t} = 5$, et $\frac{q}{t} = 5$ au lieu de $\frac{q}{t} = 4$.

chercherai à justifier par l'expérience, le coefficient numérique m dans la formule

$$q = m \frac{l}{\sin. D}$$

est nécessairement plus grand que $\frac{1}{2}$ et plus petit que 1. Il est même compris entre 0,732054 et 1. Il ne peut être qu'indiqué et non rigoureusement déterminé par l'expérience, quand même on pourrait se procurer des poudres à grains opaques, sphériques et parfaitement égaux, car les méthodes les plus délicates, les plus précises, ne donneront jamais mathématiquement la mesure de l, de D et de q. Une théorie à faire peut seule donner l'exacte valeur de m, ou une formule rigoureuse. Je me propose donc de faire voir que $m = \frac{4}{5} = 0,8$ satisfait assez bien aux observations pour qu'on puisse appliquer la formule

$$q = 0,8 \frac{l}{\sin. D}$$

à la mesure des globules d'eau qui composent les nuages légers donnant naissance à des couronnes. Je ne négligerai aucun détail essentiel, car l'importance de la question scientifique et la faiblesse de ma voix m'imposent l'obligation de multiplier les mesures et les vérifications.

PRÉPARATIFS.

Réseaux.

Je me suis procuré 8 réseaux (micromètres) différents. Les stries parallèles ont trois millimètres de longueur. Trois milli-

mètres sont divisés chacun en 40, 50, 66 $\frac{2}{3}$, (ou 200 pour les 3), 80, 100, 125, 166 $\frac{2}{3}$ (ou 500 pour les 3) et 200 parties égales. Bien que ces micromètres soient construits avec soin, (*a*) on reconnaît au microscope que les traits égaux ne sont pas espacés d'une manière rigoureusement égale. En ce genre, la perfection absolue est par trop difficile à atteindre. Pour abréger le discours, je désignerai constamment ces micromètres (réseaux) par un chiffre mis entre deux parenthèses. Ainsi, par exemple, [80] signifiera : *le réseau dans lequel chaque millimètre est divisé en* 80 *parties égales.*

Stéphanoscopes.

Je désigne sous ce nom la combinaison d'un verre bleu cobalt avec un verre clair brun-bleuâtre, ou brun-rougeâtre, et à l'aide de laquelle on voit les couronnes produites par les nuages qui passent près du soleil ou sur cet astre. Ces verres ne sont pas travaillés; ils sont collés à la térébenthine. Ces stéphanoscopes sont plus ou moins épais, plus ou moins clairs; ils ont des teintes légèrement différentes. Je les désignerai par un numéro. Ainsi N.° 4, signifiera : *le stéphanoscope portant le N.°* 4. Ce N.° 4 est composé de deux verres bleu cobalt travaillés et d'un verre brun-violâtre aussi travaillé. Ces trois verres sont collés à la térébenthine. Le N.° 5 est composé d'un verre bleu cobalt et d'un verre orangé-brun; il ne convient pas à toutes les observations. En le saupoudrant et visant au soleil, il montre des couronnes alternativement rouges et vertes. Le N.° 6 est composé de deux verres rouge foncé, antiques, collés. Ce n'est pas un stéphanoscope proprement dit.

(*a*) Par M. Richer, rue de Harlay, N.° 2, faubourg Saint-Antoine, à Paris.

Carie du blé.

Les grains du lycopode ne sont ni assez sphériques, ni assez égaux pour me faire espérer mieux que ce qu'ils m'ont donné. La carie du blé mûr est de beaucoup préférable sous ces divers rapports. La poudre extraite par pression d'un grain très-sec et dont on a cassé le bout s'étend uniformément sur le verre, surtout s'il a été essuyé avec un linge fin, imperceptiblement humecté d'une très-petite goute d'essence de térébenthine nouvellement distillée. La vieille est trop épaisse et doit servir dans d'autres cas. On incline le verre, on le heurte de l'ongle sur la tranche pour promener la poudre sur toute la surface et l'on fait tomber l'excédant par un choc du verre par sa tranche sur la table. J'ai quelque répugnance à écrire ces menus détails dont je sens le ridicule; mais il faut bien que je dise comment j'ai opéré à ceux qui n'auront confiance aux résultats qu'après avoir répété les expériences.

Lycoperdon cervinum, de Linnée.

J'ai encore trouvé dans ce champignon, gros comme une noix, à enveloppe chagrinée et solide, une poudre composée de grains opaques, noirs, sphériques, mais inégaux et mêlés de matière étrangère. J'ai assez bien réussi à enlever toute cette matière ainsi que les plus petits globules, par le procédé suivant, applicable à une autre poudre dont je parlerai. Je répands la poudre sur un grand verre sec et propre; je l'étale comme il vient d'être dit. Je redresse alors verticalement le verre; en le heurtant sur sa tranche les plus gros globules coulent, les plus petits et la matière étrangère restent attachés au verre, qu'on essuie pour recommencer l'opération. Il faut patiemment réité-

rer ces sortes de lavages pour obtenir une poudre noire, pure, coulante et composée de globules à peu près égaux.

Pour abréger et pour gagner de la place dans les tableaux je désignerai cette poudre purifiée par le seul mot : cervinum. Pour saupoudrer un verre de cervinum, il faut employer l'essence.

Lycoperdon inconnu.

Je désignerai ainsi, et même par l'abréviation ly.ⁿ I, un lycoperdon très-commun dans la forêt de Fontainebleau. L'extrême vétusté des échantillons n'a pas permis d'en déterminer l'espèce. Il contient une poudre brune composée d'une infinité de petits globules mêlés à des globules noirs beaucoup plus gros et à une grande quantité de fragments sans forme déterminée. La poussière provenant de 8 champignons a été passée au tamis de soie très-fin, puis, par des lavages, plus long-temps continués sur le verre que pour le cervinum, j'ai obtenu une petite quantité de poudre presque noire qui ne contient plus guère que les plus gros globules mêlés encore à un peu de matière étrangère.

Réticulaire des jardins.

Le champignon connu sous le nom vulgaire de réticulaire des jardins m'a offert une poudre chocolat très-abondante et qui s'étale très-bien à sec sur le verre.

Carie du seigle.

La poudre du seigle carié et cueilli avant la maturité ne peut s'étendre sur le verre. Les globules s'agglomèrent, ils forment comme une pâte. Pour la diviser j'ai employé le procédé que je vais décrire parce qu'il s'applique aux poudres glutineuses. Je passe au fin tamis de soie du grès tendre, pilé et bien sec. Je passe ce qui reste à un tamis de soie beaucoup moins fin et je mêle ce qui a passé avec la carie qui a traversé le plus

fin des deux tamis. La proportion de sable dépend de l'état plus ou moins pâteux de la poudre à diviser. Après avoir agité la boîte qui renferme le mélange, je saupoudre à sec; il faut quelquefois recourir à l'essence, mais il faut ensuite essuyer le verre. Le sable coule sur le verre incliné et laisse une couche de la poudre dont les globules sont, pour l'ordinaire, bien uniformément distribués. S'ils sont trop accumulés on ajoute du sable. Aucun grain de sable ne reste sur le verre ainsi saupoudré.

J'ai opéré de cette manière sur le pollen de diverses plantes; sur la carie du blé cueilli avant la maturité; sur la carie de l'orge mûre, de l'avoine et du seigle. Les globules de ces trois dernières caries, de la réticulaire des jardins et de plusieurs lycoperdons ont des diamètres assez peu différents pour que je doive me borner à rapporter ici les observations faites sur la carie du seigle, car je cherche à vérifier la formule

$$q = 0{,}8 \frac{l}{sin.\ D}$$

sur des poudres à grains sphériques mesurables et offrant des diamètres variés.

Mesure approximative des globules par le microscope.

Je me suis servi d'un microscope d'Amici, de la construction de M. Charles Chevalier. J'ai constamment employé une combinaison de deux lentilles objectives telle que la distance focale était de 6 à 7 millimètres afin que les globules gros ou petits et les traits d'un micromètre pussent être considérés comme étant ensemble au foyer, ce qui a lieu en effet, car on n'aperçoit aucun changement quand on retourne le micromètre. J'ai ordinairement employé un oculaire tel que les centièmes de millimètre me paraissaient avoir 2 à 3 millimètres, ce qui fait un

grossissement d'environ 250 fois. Quand j'ai eu besoin d'un plus fort grossissement j'ai changé d'oculaire et jamais d'objectif.

J'aurais inutilement essayé de mesurer les fins globules à la vis micrométrique dont j'ai parlé (p. 69). J'ai pu employer ce moyen pour le cervinum et le blé. Je me suis servi d'une combinaison de lentilles achromatiques de M. Charles Chevalier; mais j'ai dû faire usage d'un court foyer.

Cervinum.

Avec [100], bon nombre de globules tangents au bord d'un trait sont aussi tangents au bord pareil du troisième trait suivant; on a donc, pour ces globules, $q = 0{,}03$. Il y a quelques globules pour lesquels $q = 0{,}015$. Pour le plus grand nombre le diamètre est moindre que 0,03. Avec [200], beaucoup de globules couvrent 6 parties; d'autres, rares, en couvrent 7 et d'autres 5. Les plus petits, fort rares, n'en couvrent que 4. Le diamètre moyen doit être un peu au-dessous de 0,03.

J'ai mesuré ces globules à la vis micrométrique, un à un, en choisissant des gros, des moyens et des petits (en exceptant les plus petits) et à peu près dans la proportion où ils m'ont paru être. L'unité de ces mesures est le pas de vis.

GROS.	MOYENS.	PETITS.
	1,77	
	1,75	
	1,77	
	1,73	
	1,75	
	1,74	
	1,77	
	1,76	
1,81	1,74	1,64
1,83	1,77	1,64
1,82	1,73	1,69
1,81	1,71	1,63
1,81	1,73	1,66
1,80	1,70	
Sommes.... 10,88	24,42	8,26

Ensuite avec [40] j'ai trouvé

qu'il faut	7,52	pas de vis pour	5 quarantièmes de millim.
	13,38		9
	12,08		8
	13,56		9
	15,01		10
Sommes.....	61,55		41

d'où l'on tire

$$q = \frac{10{,}88 \times 41}{61{,}55 \times 6 \times 40} = 0{,}030198$$ pour les gros, en millim.

$$q = \frac{24{,}42 \times 41}{61{,}55 \times 14 \times 40} = 0{,}029048$$ pour les moyens.

$q = \frac{8{,}26 \times 41}{61{,}55 \times 5 \times 40} = 0{,}027511$ pour les *petits-moyens*.

Moyenne générale..... 0,028919

Carie du blé.

Avec [100], beaucoup de globules couvrent $1\frac{1}{2}$ division; beaucoup d'autres $1\frac{1}{3}$; moyenne 0,0147. Avec [80], des globules couvrent juste un intervalle, depuis le bord d'un trait jusqu'au bord pareil du trait suivant, car c'est ainsi qu'il faut compter un intervalle. D'autres me paraissent couvrir 0,9; $1\frac{1}{4}$; $1\frac{1}{2}$; moyenne $\frac{4{,}65}{4 \times 80} = 0{,}01453$. Avec [200], les globules moyens couvrent trois intervalles; d'autres $2\frac{1}{2}$. Les plus nombreux valent un peu moins que 0,015. Avec $[66\frac{2}{3}]$, beaucoup de globules valent $\frac{1}{66\frac{2}{3}} = 0{,}015$; mais très-généralement ils sont un peu plus petits que 0,015. Dans ces évaluations variées je considère les intervalles comme égaux, ce qui n'est pas exactement vrai. Ces globules ont donc un diamètre moyen très-probablement compris entre 0,015 et 0,014.

Je les ai mesurés à la vis micrométrique. J'ai cherché des globules en contact et dont la ligne droite des centres fût couverte par l'axe de l'aiguille, ce qu'on obtient facilement en faisant glisser doucement le verre sur la cire molle qui l'attache à la tablette du microscope. J'ai trouvé ainsi

qu'il faut 1,73 pas de vis pour 2 globules.
5,23 ——— 6
3,48 ——— 4
4,30 ——— 5
1,67 ——— 2

4,28	pas de vis pour	5 globules.
1,89	———	2
1,68	———	2
1,78	———	2
1,73	———	2
2,60	———	3
2,54	———	3
1,68	———	2
3,45	———	4
2,60	———	3
2,56	———	3
3,50	———	4
Sommes..... 46,70	———	54

d'où l'on tire

$$q = \frac{46{,}70 \times 41}{61{,}55 \times 54 \times 40} = 0{,}014402.$$

Les globules du blé carié sont presque égaux, bien sphériques et peu transparents. En les observant aux rayons du soleil passant par un très-petit trou fait au fond d'un long tuyau noir, le phénomène est très-éclatant, le cercle obscur (page 59) est évident, et l'on voit *cinq* couronnes rouges, circonstance qui annihile la conjecture exprimée page 68, sans nuire à la conséquence vérifiée par des mesures directes et par les expériences suivantes. Le cervinum donne le cercle noir central et *cinq* anneaux rouges très-brillants; j'en ai même vu six, par un ciel pur, en visant au soleil de midi à travers un stéphanoscope un peu clair.

Ly.^{n} I.

Les plus gros globules couvrent un peu moins que $\frac{1}{80} =$

0,0125. Ils couvrent un peu plus que $\frac{1}{100} = 0{,}01$; d'autres en petit nombre ne le couvrent pas. Avec [200], on a $2\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{4}$, 2 et même $\frac{1}{2}$ intervalle pour les plus petits, qui sont rares. Le diamètre moyen des plus nombreux paraît être $2\frac{1}{5}$ ou $\frac{2}{200} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{200} = 0{,}011$, environ. Avec $[166\frac{2}{3}]$ le diamètre moyen doit peu différer de $\frac{2}{166\frac{2}{3}} = 0{,}012$.

Réticulaire.

Les globules couvrent assez généralement $\frac{1}{200} = 0{,}005$. Il en est de plus gros et de plus petits. Avec $[166\frac{2}{3}]$, le diamètre moyen est au-dessous de 0,006, ou tout au plus égal à cette quantité. Avec [200] et un fort grossissement, *j'estime* que le diamètre moyen vaut $\frac{1}{200} + \frac{1}{10}\frac{1}{200} = 0{,}0055$. Ces globules ne sont pas tous sphériques, beaucoup sont un peu ellipsoïdes.

Carie du seigle.

Avec $[166\frac{5}{3}]$, beaucoup de globules couvrent un intervalle; il en est de plus gros. Plusieurs sont un peu moindres que 0,006. Avec [200], le diamètre du plus grand nombre des globules est supérieur à 0,005.

Avec [80], deux globules en contact et dont la ligne des centres est perpendiculaire aux traits du réseau couvrent souvent un intervalle, ce qui donne $q = 0{,}00625$. Le diamètre moyen est donc compris entre 0,00625 et 0,005. Il doit peu différer de 0,006.

Lorsqu'on regarde la flamme d'une bougie à travers un réseau à stries parallèles et un verre saupoudré, superposés, on voit à la fois les deux systèmes d'images. Il peut arriver que des couleurs identiques se superposent, et si l'on ajoute un verre rouge, il peut arriver qu'un anneau obscur ou brillant soit couvert par l'image rouge de la flamme; cela dépend du rapport entre la somme S′ des intervalles opaque q et transparent t pour le verre saupoudré, et la somme S pour le réseau. Quand l'une de ces coïncidences a lieu, on peut, sans rien mesurer, calculer la somme S′ inconnue au moyen de la somme S donnée.

En effet, soit x la déviation pour un spectre brillant de l'ordre n dans le réseau; D étant la déviation pour celui du premier ordre, on aura

$$Sin.\ x = \frac{2n}{2}\ sin.\ D;\ \text{or}\ sin.\ D \times S = l,\ \text{donc}\ \frac{2\ sin.\ x}{2n} \times S = l.$$

On aura de même pour le verre saupoudré $\dfrac{2\ sin.\ x'}{2\ n'} \times S' = l'$

Quand deux spectres brillants de la même couleur se superposent, $l = l'$ et $x = x'$, d'où résulte

$$\frac{2\ sin.\ x}{2\ n} \times S = \frac{2\ sin.\ x'}{2\ n'} \times S' \quad \text{et} \quad S' = \frac{n'}{n} \times S.$$

Soit y la déviation au verre rouge pour un spectre obscur de l'ordre n. Si, pour plus de simplicité dans les expériences, on considère comme étant du premier ordre le spectre obscur qui vient après le spectre brillant du premier ordre, on aura pour le réseau

$$sin.\ y = \frac{2n+1}{2} \times sin.\ D, \quad \text{d'où} \quad \frac{2\ sin.\ y}{2n+1} \times S = l$$

et pour le verre saupoudré..... $\frac{2\,sin.\,y'}{2\,n'+1} \times S' = l'.$

Quand deux espaces obscurs se superposent, $l = l'$ et $y = y'$, d'où résulte

$$\frac{2\,sin.\,y}{2\,n+1} \times S = \frac{2\,sin.\,y'}{2\,n'+1} \times S' \quad \text{et} \quad S' = \frac{2\,n'+1}{2\,n+1} \cdot S = \frac{n'+\frac{1}{2}}{n+\frac{1}{2}} \cdot S.$$

Les quatre cas qui peuvent se présenter et les formules correspondantes sont indiqués dans le tableau suivant :

Si un spectre de l'ordre n { brillant / obscur } du réseau, couvre un anneau de l'ordre n' { brillant, $S' = \frac{n'}{n} S$. / obscur, $S' = \frac{n'+\frac{1}{2}}{n} \cdot S$. / brillant, $S' = \frac{n'}{n+\frac{1}{2}} \cdot S$. / obscur, $S' = \frac{n'+\frac{1}{2}}{n+\frac{1}{2}} \cdot S$. }

Pour se confier aux résultats fournis par cette méthode, il faut que la coïncidence soit exacte, ce qui est assez rare, et ce dont on ne peut pas toujours bien juger, parce que le déplacement de l'œil déplace un peu les spectres du réseau. Pour bien observer il faut que les spectres des deux côtés du centre général soient simultanément vus et placés de la même manière sur les mêmes couleurs de la couronne ; or, cela n'est plus possible dès que la déviation des points coïncidents est un peu

grande. L'exactitude de la coïncidence est d'autant moins suspecte qu'on observe sur une couleur plus simple, aussi ai-je fait très-peu usage de la lumière blanche. J'ai employé un verre rouge antique peu foncé à la lumière artificielle et un verre rouge très-foncé aux rayons directs du soleil.

La lumière artificielle est celle d'une lampe d'Argand ; la flamme vive est à l'un des foyers d'un réflecteur elliptique imparfait, coupé à l'autre foyer où la chaleur est brûlante et où est un diaphragme percé d'un trou de 8 à 15 millimètres. Je me place à une distance de 2 à 5 mètres, selon les cas. — J'observe sur le soleil, soit avec un stéphanoscope, soit avec un verre rouge. J'abrégerai l'écriture des détails qui vont suivre en mettant R au lieu de *rouge* et N au lieu de *noir*. J'aurais pu étendre ces tableaux en y insérant les expériences faites sur la flamme de l'alcool salé, et celles faites sur le soleil avec un sulfate d'ammoniaque et excès de cuivre dissout par un excès d'ammoniaque, liqueur qui donne une lumière simple ; mais les résultats sont les mêmes que ceux obtenus sur le soleil avec un verre rouge ou un stéphanoscope, ou sur la flamme de l'huile avec un verre rouge (1).

---

(1) Des réseaux à globules ou à stries parallèles ne donnent que des images alternativement rouges et obscures quand on observe le soleil à travers une couche de 50 à 70 millimètres de teinture de tournesol avec excès d'alcali. Même résultat avec une couche de 10 à 12 centimètres de la même teinture rougie par un acide. Il passe aussi un peu de violet très-pur si la couche de teinture bleue n'est épaisse que de 25 millimètres. Je reviendrai plus loin sur cette liqueur.

Cervinum.

1.er R de [80] sur 3.e R d'où $S' = \frac{3}{1} \cdot \frac{1}{80} = 0{,}0375$

1.er R de [40] sur 1.er N $S' = \frac{1{,}5}{1} \cdot \frac{1}{40} = 0{,}0375$

2.e R de [50] sur 3.e N $S' = \frac{3{,}5}{2} \cdot \frac{1}{50} = 0{,}0350$

1.er R de [100] sur 3.e N $S' = \frac{3{,}5}{1} \cdot \frac{1}{100} = 0{,}0350$

1.er R de [66 $\frac{2}{3}$] un peu en deçà de 2.e N, $S' < \frac{2{,}5}{1} \cdot \frac{1}{66\frac{2}{3}} = 0{,}0375$

Moyenne... $S' = 0{,}0365$

Blé.

1.er R de [166 $\frac{2}{3}$] sur 3.e R d'où $S' = \frac{3}{1} \cdot \frac{1}{166\frac{2}{3}} = 0{,}01800$

1.er R de [200] sur 3.e N $S' = \frac{3{,}5}{1} \cdot \frac{1}{200} = 0{,}01750$

3.e N de [40] sur 2.e N $S' = \frac{2{,}5}{3{,}5} \cdot \frac{1}{40} = 0{,}01785$

2.e R de [40] sur 1.er N $S' = \frac{1{,}5}{2} \cdot \frac{1}{40} = 0{,}01875$

Moyenne... $S' = 0{,}018025$

Ly.^{n} I.

4.^{e} R de [50] sur 3.^{e} R d'où $S' = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{50} = 0{,}015$

2.^{e} R de [50] sur 1.^{er} N $S' = \frac{1{,}5}{2} \cdot \frac{1}{50} = 0{,}015$

1.^{er} R de [100] sur 1.^{er} N $S' = \frac{1{,}5}{1} \cdot \frac{1}{100} = 0{,}015$

1.^{er} R de [166 $\frac{2}{3}$] sur 2.^{e} N $S' = \frac{2{,}5}{1} \cdot \frac{1}{166\frac{2}{3}} = 0{,}015$

1.^{er}, 2.^{e} et 3.^{e} R de [66 $\frac{2}{3}$] sur 1.^{er}, 2.^{e} et 3.^{e} R $S' = \frac{1}{1} \cdot \frac{1}{66\frac{2}{3}} = 0{,}015$

1.^{er} R de [125] un peu en deçà de 2.^{e} R $S' < \frac{2}{1} \cdot \frac{1}{125} = 0{,}016$

Réticulaire.

3.^{e} R de [66 $\frac{2}{3}$] sur 1.^{er} N d'où $S' = \frac{1{,}5}{3} \cdot \frac{1}{66\frac{2}{3}} = 0{,}00750$

3.^{e} R de [100] sur 2.^{e} R $S' = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{100} = 0{,}00667$

1.^{er} R de [200] sur 1.^{er} N $S' = \frac{,5}{1} \cdot \frac{1}{200} = 0{,}00750$

3.^{e} N de [80] sur 2.^{e} R $S' = \frac{2}{3{,}5} \cdot \frac{1}{80} = 0{,}00714$

Moyenne... $S' = 0{,}00720$

Seigle.

La carie du seigle m'a constamment donné S′ = 0,00-5 avec [40], [50], [80], [100] et [200].

Nous avons donc fort approximativement :

Cervinum..	S′ = 0,0365	d'où S′ × 0,8 ou	q = 0,0292
Blé.....	S′ = 0,0180		q = 0,0144
Ly.^{n} I.....	S′ = 0,0150		q = 0,0120
Réticulaire.	S′ = 0,0072		q = 0,00576
Seigle.....	S′ = 0,0075		q = 0,0060

Or, ces valeurs de q sont presque identiques avec celles fortement indiquées par les mesures microscopiques, donc le coefficient 0,8 employé aux observations faites sur les couronnes des premiers ordres conduit à des résultats très-approchés, dignes de quelque confiance. Je veux cependant le soumettre à de nouvelles épreuves.

Il s'agit donc maintenant de calculer S′ par la formule

$$sin.\ D' \times S' = l.$$

Il faut d'abord pour cela, calculer l par la formule

$$sin.\ D \times S = l$$

dans laquelle S est donné par les réseaux et D par une mesure directe à l'octant. Je me sers à cet effet d'un stéphanoscope combiné avec un réseau, et je mesure, sur le soleil, la déviation sur le rouge du premier ordre. Les nombres et les résultats sont dans le tableau suivant, qui demande des explications.

Les angles D sont des moyennes entre trois observations seu-

lement quand la plus petite valeur ne diffère pas de la plus grande de plus de deux minutes. J'ai augmenté le nombre des observations en proportion de la difficulté de bien mesurer D et des différences entre les mesures, différences qui, dans quelques cas, se sont élevées à dix minutes. J'ai négligé les secondes au-dessus ou au-dessous d'une décade dans les moyennes, afin d'user rapidement des tables de CALLET. Une erreur de deux à trois minutes, bien difficile à éviter, est peu importante dans les grandes valeurs de D, elle est au contraire fort nuisible, on le sent bien, dans les petites valeurs.

Le grand miroir de l'octant en ébène dont je me sers oscille un peu par les mouvemens de l'alidade, autour de cette alidade, j'en profite pour déplacer un peu l'image et m'assurer de la coïncidence, sans changer l'angle. Le petit miroir n'a pas ses faces rigoureusement parallèles, et le même reproche s'adresse à deux des trois verres colorés dont j'ai dû faire usage. Ajoutez à cela les défauts de la graduation; les fréquents dérangements par une longue exposition aux ardeurs du soleil; la difficulté de placer le centre de l'image réfléchie du soleil, tantôt sur le centre d'une image semblable plus ou moins ronde, plus ou moins alongée, tantôt au milieu d'une plage mal terminée, et vous tolérerez les petites inégalités des résultats, inégalités que j'ai cherché à diminuer par la multiplicité des observations qui d'ailleurs se contrôlent les unes par les autres.

J'ai mesuré la déviation D sur le milieu du rouge du premier ordre. Avec [4o] et l'un quelconque des stéphanoscopes, ce rouge se présente sous la forme d'un disque nettement terminé et recouvert en partie par un disque bleu, ce qui s'oppose à une mesure bien exacte. Avec [5o], ce disque rouge est séparé du disque bleu suivant. Cette même image du soleil n'est pas d'un rouge absolument simple, car elle s'alonge proportionnellement au nombre des parties égales dans le millimètre pour les réseaux suivants, ce qui jette une incertitude

de deux à cinq minutes sur la mesure de la déviation D prise au milieu de cette image alongée, inégale dans sa teinte et son intensité. J'ai dû mesurer D au *milieu* de ce rouge plus ou moins alongé parce que je me proposais de mesurer D′ au milieu du rouge qui s'élargit aussi de plus en plus, et par la même raison, dans les couronnes du premier ordre, en observant avec des poudres de plus en plus ténues.

Le stéphanoscope est appliqué, au moyen d'un peu de cire molle, contre la face postérieure de la pinnule de l'octant; le réseau est appliqué de même contre la face antérieure. Des papiers noirs épais, collés sur l'alidade et le bois de l'instrument, interceptent toute lumière étrangère. L'image du soleil est réfléchie par la partie nue du petit miroir. Pour les déviations supérieures à celle du premier ordre, on est presque toujours obligé d'éteindre, au moyen de l'un des trois verres colorés, la vive lumière de cette image réfléchie, parce que, vue à travers la poudre, elle s'entourerait de couronnes qui nuiraient à l'observation.

Stéphanoscopes.	S	D	*Sin.* D + S ou *l*
N.° 1.	1/40	1° 40′ 0″	0,000727118
	1/50	2 5 0	0,000727006
	1/80	3 21 0	0,000730440
	1/100	4 9 0	0,000723680
	1/166 2/3	6 59 0	0,000729440
	1/200	8 24 20	0,000730895
		Moyenne.	0,000728110

Stéphanoscopes.	S	D	*Sin.* D × S ou *l*
N.° 2.	1/40	1° 35′ 0″	0,0007053r
	1/50	2 3 40	0,0007193r
	1/80	3 20 0	0,0007268r
	1/100	4 4 0	0,0007091 7
	1/166 2/3	6 53 0	0,0007191 0
	1/200	8 22 0	0,0007275 4
		Moyenne.	0,0007166 8

Stéphanoscopes.	S	D	*Sin.* D × S ou *l*
N.° 3.	1/40	1° 36' 0"	0,00069804
	1/50	2 3 0	0,00071543
	1/80	3 20 0	0,00072681
	1/100	4 6 0	0,00071498
	1/166 2/3	6 54 30	0,00072169
	1/200	8 18 0	0,00072178
		Moyenne	0,00071646
N.° 4.	1/40	1° 40' 0"	0,00072712
	1/50	2 4 0	0,00072125
	1/80	3 22 0	0,00073407
	1/100	4 10 0	0,00072658
	1/166 2/3	7 0 0	0,00073122
	1/200	8 22 0	0,00072753
		Moyenne.	0,00072796
N.° 5.	1/40	1° 34' 0"	0,00068350
	1/50	2 0 40	0,00070187
	1/80	3 20 40	0,00072923
	1/100	4 8 20	0,00072175
	1/166 2/3	6 54 0	0,00072082
	1/200	8 16 0	0,00071890
		Moyenne.	0,00071268
N.° 6.	1/40	1° 31' 20"	0,00066412
	1/50	1 52 40	0,00065535
	1/80	3 8 0	0,00068324
	1/100	3 54 20	0,00068112
	1/166 2 3	6 35 0	0,00068789
	1/200	7 46 0	0,00067570
		Moyenne.	0,00067457

Après avoir mesuré les angles D pour calculer les valeurs de *l*, j'ai substitué aux réseaux des verres parallèles saupoudrés et j'ai mesuré les angles D′ pour calculer S′ au moyen de D′ et de *l*, par la formule $S' = \frac{l}{sin.\ D'}$. Les données et les résultats sont dans les tableaux suivants :

Stéphanoscopes.	l	D'	Cervinum S'	S' × 0,8 ou q
N.° 1.	0,00072810	1° 9' 0"	0,036278	0,02902
N.° 2.	71668	1 8 0	0,036234	0,02899
N.° 3.	71646	1 10 30	0,034939	0,02795
N.° 4.	72796	1 12 0	0,034760	0,02781
N.° 5.	71268	1 7 40	0,036209	0,02897
			Moyenne...	0,02855

Stéphanoscopes.	l	D'	Blé S'	S' × 0,8 ou q
N.° 1.	0,00072810	2° 24' 0"	0,017387	0,01391
N.° 2.	71668	2 20 10	0,017582	0,01407
N.° 3.	71646	2 21 30	0,017412	0,01393
N.° 4.	72796	2 21 0	0,017753	0,01420
			Moyenne...	0,01403

Stéphanoscopes.	l	D'	Ly.^{us} I S'	S' × 0,8 ou q
N.° 1.	0,00072810	2° 29' 40"	0,016729	0,01338
N.° 2.	71668	2 35 0	0,015901	0,01272
N.° 3.	71646	2 38 30	0,015545	0,01244
N.° 4.	72796	2 35 0	0,016150	0,01292
			Moyenne...	0,01286

Stéphanoscopes.	l	D'	Réticulaire S'	S' + 0,8 ou q
N.° 1.	0,00072810	5° 41' 10"	0,0073487	0,005879
N.° 2.	71668	5 41 20	0,0072299	0,005684
N.° 3.	71646	5 42 50	0,0071962	0,005757
N.° 4.	72796	5 43 0	0,0073081	0,005846
			Moyenne...	0,005791

Stéphanoscopes.	l	D'	Seigle S'	S' × 0,8 ou q
N.° 1.	0,00072810	5° 28' 20"	0,0076702	0,006136
N.° 2.	71668	5 29 0	0,0075001	0,006000
N.° 3.	71646	5 33 0	0,0074080	0,005926
N.° 4.	72796	5 34 30	0,0074933	0,005995
			Moyenne...	0,006001

Tous ces résultats s'accordent d'une manière satisfaisante avec ceux précédemment obtenus et avec les mesures microscopiques.

Je donnerai encore quelques détails sur une poudre de la couleur du tabac d'Espagne et provenant d'un champignon que je ne connais pas. Avec [200], tout grain placé sur un intervalle transparent paraît tangent aux deux bords intérieurs, et comme j'estime à $\frac{1}{5}$ la largeur du trait, ce globule doit avoir un diamètre d'environ $\frac{1}{200} - \frac{1}{5}.\frac{1}{200} = 0{,}004$. Avec [100], il faut plus de deux globules à la file pour couvrir un intervalle, donc $q < 0{,}005$. Sur un intervalle entre deux bords semblables se trouvaient trois globules en contact et dont la

ligne des centres m'a paru faire un angle de 45 degrés avec la direction des traits. Il suit de là que le diamètre doit peu différer de

$$\frac{0{,}01}{1+\sqrt{2}} = 0{,}004142.$$

La déviation D′ prise avec le N.° 3 est de 7° 26′ 40″, d'où $S' = 0{,}00552974$ et $S' \times 0{,}8 = q = 0{,}004424$.

Je crois donc la formule

$$q = 0{,}8 \frac{l}{\textit{sin.}\ \mathrm{D}}$$

suffisamment exacte pour les applications à la mesure du diamètre des globules d'eau dans les nuages qui produisent des couronnes observées avec un stéphanoscope. On peut s'en servir en attendant qu'elle soit corrigée par des expériences mieux faites, avec de meilleures instruments ou des méthodes plus précises, ou enfin, en attendant qu'une théorie à faire conduise à une formule rigoureuse.

Loi des sinus.

Quand les rayons du soleil passent par un *très-petit* trou, l'œil n'en est point fatigué, et s'ils traversent un verre rouge, même peu foncé, les couleurs peu intenses encore mêlées au rouge ne sont pas perceptibles, et la lumière transmise peut être considérée comme simple, surtout si elle est encore affaiblie par un verre saupoudré produisant alors des couronnes alternativement rouges et noires. Tant que la déviation ne passera pas 4 ou 5 degrés, la dispersion des couleurs dans les couronnes sera assez restreinte pour que l'œil n'admette guère encore

que des rayons simples. Dans ce cas, qui est celui de l'expérience rapportée p. 60, la loi des sinus des déviations pour les couronnes brillantes des ordres successifs est celle des nombres 1, 2, 3, 4, 5, la même que pour les réseaux à stries parallèles équidistantes. M. Babinet est arrivé depuis au même résultat avec la lumière simple émise par la flamme de l'alcool salé. Dans l'une comme dans l'autre espèce de réseau, la loi des sinus pour les spectres brillants ne peut être celle des nombres 1, 2, 3, 4, sans qu'en même temps la loi des sinus pour les spectres obscurs ne soit celle des nombres $\frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \frac{9}{2}$; ainsi, sous ce double rapport, les deux sortes de réseaux suivent exactement la même loi, l'assimilation est complète, et l'on pourrait dire qu'un réseau à stries n'est qu'un cas particulier d'un réseau à globules.

Cependant, les structures sont si profondément différentes qu'on doit s'attendre à de grandes différences dans les détails des phénomènes dès qu'on observe à l'œil nu sur une lumière plus ou moins composée, même lorsqu'elle passe par un petit trou, et à plus forte raison quand la lumière vient d'une bougie ou du disque solaire. Dans le réseau à stries, le parallélisme et l'égalité des intervalles opaques ou transparents placent sur une même ligne droite tous les points colorés par une lumière de même longueur d'ondulation ; les images doivent être parfaitement nettes, régulières, et les raies des spectres deviennent perceptibles. Au contraire, dans le réseau à globules, l'inégalité des diamètres et surtout l'inégalité, la bizarrerie dans les formes des intervalles transparents, font que les points brillants d'une longueur d'ondulation peu différente viennent se ranger en cercle d'un rayon un peu variable. La forme circulaire est bien la forme générale ; mais les circonférences doivent être fort ondulées, ainsi qu'on le remarque en effet aux bords des couronnes, et les raies des spectres, si jamais on parvient à les voir, seront nécessairement ondulées ou paraîtront moins sombres et plus larges.

Malgré ces puissantes causes de différence entre les deux sortes de réseaux, l'assimilation se soutient encore dans les expériences variées auxquelles on les expose.

C'est ce que je vais essayer de faire voir.

L'espace entre la lumière directe et le spectre du premier ordre est complètement obscur dans le réseau à stries, s'il est bien fait. L'obscurité diminue d'autant plus que le réseau est plus mal fait. On a aussi une surface circulaire noire avec un réseau à globules; mais il faut pour cela que les grains soient nets, opaques, non mélangés de matières étrangères; qu'ils aient des diamètres égaux ou très-peu différents, et qu'ils soient uniformément distribués sur le verre. Cette surface circulaire noire est évidente avec le blé et le cervinum; elle est moins obscure et moins bien terminée avec le ly.^{n} I.

Le réseau à stries donne un nombre de spectres distincts d'autant plus grand qu'il est mieux fait. Le réseau à globules donne d'autant plus de couronnes qu'il remplit mieux les conditions ci-dessus.

Quand on observe à la lumière blanche et qu'on prend les déviations sur les milieux des rouges perceptibles successifs, les sinus doivent croître *moins* rapidement que les nombres 1, 2, 3, 4, dans les deux sortes de réseaux. J'en ai dit la raison à la page 61, je l'ai expérimentalement prouvé à la page 64 pour les réseaux à globules, et on le prouverait de même pour les réseaux à stries parallèles.

J'ai fait voir, page 84, à la vérité par une seule expérience, que dans les réseaux à globules les déviations pour les rouges successifs croissent *plus* rapidement que les nombres 1, 2, 3, 4, quand on fait usage d'un stéphanoscope. Il en est à peu près de même avec les réseaux à stries, comme on le verra tout à l'heure.

Enfin la similitude serait parfaite entre les deux sortes de réseaux, si un verre saupoudré et un réseau à stries, superposés,

donnaient, par tous les modes d'observations, des spectres dont les couleurs identiques se confondissent exactement. Il faudrait pour cela que les intervalles opaques du réseau à stries fussent assez larges, et par suite les intervalles transparents assez étroits, pour que leur rapport fût, à peu près du moins, celui de 4 à 1, et il faudrait trouver une poudre dont le diamètre des globules fût égal, ou à peu près égal à cet intervalle opaque. Je n'ai point tenté cette expérience ; celle que j'ai rapportée plus haut et qui est faite à la lumière blanche sur le ly.^{n} I, peut, jusqu'à un certain point, en tenir lieu, puisque le rouge des trois premiers ordres dans le réseau à stries couvrait le rouge visible des mêmes ordres dans le réseau à globules, et que les coïncidences sont restées les mêmes quand j'ai répété l'expérience sur la flamme de l'alcool salé, puis sur le soleil avec la dissolution cuivrée, et enfin avec des verres colorés plus ou moins sombres.

Voici maintenant quelques expériences faites dans le but de comparer la marche croissante des sinus dans les deux sortes de réseaux et en faisant usage de divers stéphanoscopes. J'ai réuni les indications nécessaires et les résultats dans le tableau suivant. Les angles sont des moyennes entre trois observations seulement pour les ordres supérieurs.

Cervinum. N.° 1.	1° 9'	2° 21'	3° 38'	5° 2'			
Marche des sinus.	1	2,0430	3,1575	4,3571			
Cervinum. N.° 2.	1° 8'	2° 20'	3° 37'	4° 54'	6° 11'		
Marche des sinus.	1	2,0584	3,1893	4,3185	5,4457		
Cervinum. N.° 3.	1° 10' 30"	2° 23' 0"	3° 38' 20"	4° 58' 30"	6° 22' 0"		
Marche des sinus.	1	2,0279	3,1671	4,2290	5,4077		
Cervinum. N.° 4.	1° 12'	2° 21'	3° 45'	5° 7'	6° 17'		
Marche des sinus.	1	1,9615	3,1230	4,2585	5,2260		
Blé. N.° 1.	2° 24' 0"	4° 51' 30"	7° 38' 40"				
Marche des sinus.	1	2,02247	3,1767				
Blé. N.° 3.	2° 21' 30"	4° 47' 20"	7° 43' 10"	10° 15' 0"	12° 57' 0"		
Marche des sinus.	1	2,0288	3,2643	4,3244	5,4461		
Blé. N.° 4.	2° 21'	4° 44'	7° 36'	10° 30'			
Marche des sinus.	1	2,0124	3,2255	4.4443			
[40]. N.° 2.	1° 34'	3° 17'	4° 50'	6° 33'	8° 6'	9° 46'	11° 22'
Marche des sinus.	1	2,0948	3,0818	4,1723	5,1536	6,2047	7,2104
[40]. N.° 4.	1° 39' 30"	2° 23' 10"	5° 0' 0"	6° 42' 0"	8° 20' 50"	10° 0' 0"	
Marche des sinus.	1	2,0410	3,0116	4,0316	5,0164	6,0004	

Malgré les erreurs inévitables dans les observations, d'ailleurs trop peu nombreuses, il est évident, par ce tableau, que les sinus des déviations successives croissent plus rapidement que les nombres 1, 2, 3, 4, 5... Cette marche croissante est généralement moins rapide pour les observations faites avec les stéphanoscopes N.° 1 et N.° 4 que pour celles faites avec le N.° 2, et le N.° 3 qui, étant plus clairs, laissent passer un rouge et un bleu plus mélangés, ainsi que l'attestent les longueurs d'ondulation inscrites aux tableaux précédents.

La marche des sinus est beaucoup moins rapide pour le réseau en quarantièmes. Cela tient à ce qu'en observant avec les réseaux à stries on peut prendre la déviation du centre des disques rouges, bien qu'ils soient plus ou moins partiellement recouverts par les disques bleus, tandis qu'à cause des hachures, la confusion des couleurs est plus intime pour les réseaux à globules, sur lesquels on ne peut prendre la déviation que sur le rouge qui reste perceptible. Au fond, la similitude est complète; mais il y a des causes qui empêchent de les mettre en parfaite évidence.

Je vais étudier ces causes.

Supposons que le centre du soleil réfléchi soit mathématiquement placé sur un point de la circonférence équidistante des deux bords de la couronne rouge de premier ordre, couronne que je suppose d'une faible déviation. La largeur de la couronne est alors moindre que le diamètre du soleil, et comme l'arc qui déborde intérieurement la couronne est plus court que celui qui la déborde extérieurement, ainsi qu'on peut s'en assurer par une figure, on croit l'image réfléchie mal placée; on diminue en conséquence la déviation jusqu'à ce que le débord soit le même des deux côtés. On a donc ainsi une déviation trop petite, et l'erreur est plus sensible à mesure que la déviation réelle diminue. Quand la déviation augmente, la courbure diminue, de plus, la couronne s'élargit et par ces deux causes

l'erreur est moins à craindre. La déviation augmente-t-elle encore ? l'image réfléchie du soleil est débordée à son tour et l'erreur à craindre provient alors de l'irrégularité des bords plus hachés de la couronne.

Cette illusion, cette cause d'erreur sur la déviation du premier ordre n'existe pas pour les observations faites avec les réseaux à stries, car l'image rouge du premier spectre est ronde, si la déviation n'est pas très-grande, et peut être rendue concentrique à l'image réfléchie du soleil.

J'ai toujours volontairement fait l'erreur sur la déviation des couronnes du premier ordre, car elle varie avec D et l'intensité de la lumière. Vouloir la corriger à vue c'est s'exposer à en faire arbitrairement de plus graves en sens contraire. J'aurais pu amener le bord extérieur du soleil sur le bord intérieur de la couronne, puis le bord intérieur du soleil sur le bord extérieur de la couronne et prendre la demi-somme des deux déviations; il semble même que ce soit là la seule bonne manière d'observer. J'en ai essayé; mais les résultats ont été plus discordants, parce que les bords mal terminés de la couronne rendent plus incertaine la position de l'image.

Si donc pour rectifier les angles du premier ordre, dans le tableau qui précède, on les augmentait arbitrairement de 1 à 3 minutes, la marche croissante des sinus serait moins rapide et se rapprocherait davantage de celle suivie pour les réseaux à stries parallèles. Si j'avais eu la patience de multiplier les observations comme je l'ai fait à la page 84, le rapprochement se serait probablement opéré en partie.

Soit une substance colorée, liquide ou solide telle qu'un réseau décompose la lumière qu'elle transmet en deux couleurs dont les longueurs d'ondulation soient l et l'. Soit *sin.* D la déviation du premier ordre pour la couleur l, n *sin.* D sera la déviation pour

le spectre de l'ordre n et $(n + \frac{1}{2})\ sin.\ D$ sera la déviation pour le spectre obscur de l'ordre quelconque n.

(Je considère toujours comme étant du premier ordre le spectre obscur qui suit le premier spectre brillant. Si on veut le mettre à sa vraie place on écrira $n - \frac{1}{2}$ au lieu de $n + \frac{1}{2}$.)

De même $n'\ sin.\ D'$ et $(n' + \frac{1}{2})\ sin.\ D'$ seront les déviations analogues pour la lumière l'.

Supposons que le spectre brillant de l'ordre n pour la couleur l se confonde avec le spectre brillant de l'ordre n' pour la couleur l'; dans ce cas on aura

$$n.\ sin.\ D = n'.\ sin.\ D', \quad \frac{sin.\ D}{sin.\ D'} = \frac{n'}{n} = \frac{l}{l'}.$$

Il peut arriver que le spectre obscur de l'ordre n pour la couleur l se confonde avec le spectre obscur de l'ordre n' pour la couleur l'; dans ce cas on aura

$$(n + \tfrac{1}{2})\ sin.\ D = (n' + \tfrac{1}{2})\ sin.\ D', \quad \frac{sin.\ D}{sin.\ D'} = \frac{n' + \frac{1}{2}}{n + \frac{1}{2}} = \frac{l}{l'}.$$

On voit d'ailleurs à quelles circonstances se rapportent les équations suivantes :

$$\frac{sin.\ D}{sin.\ D'} = \frac{n' + \frac{1}{2}}{n} = \frac{l}{l'}; \quad \frac{sin.\ D}{sin.\ D'} = \frac{n'}{n + \frac{1}{2}} = \frac{l}{l'}.$$

Supposons que le soleil vu à travers une lame colorée paraisse blanc et que les couleurs l et l' soient, par exemple, le rouge et le vert; quelles qu'elles soient, ces couleurs seront complémentaires, et il y aura quelque part un disque blanc si, toujours en observant avec un réseau à stries, l'équation $n.\ sin.\ D = n'.\ sin.\ D'$ est satisfaite. Par conséquent, en observant avec un réseau à globules, on doit voir au même rang

une couronne blanche, imparfaite sans doute et mal terminée comme les autres couronnes. Si, au lieu de paraître blanc, le soleil paraît jaune ou amaranthe, il y aura une couronne jaune ou amaranthe parmi toutes celles des deux couleurs qui, réunies, forment cette couleur jaune, cette couleur amaranthe.

Si l'équation $(n + \frac{1}{2}) sin.\ D = (n' + \frac{1}{2})\ sin.\ D'$ est satisfaite, il faudra, pour que la similitude entre les deux sortes de réseaux soit complète, qu'en observant avec un réseau à stries il y ait un espace obscur et qu'en observant avec un réseau à globules il y ait une couronne noire au même rang, dans l'image composée de couronnes colorées; et ainsi du reste.

Quand on regarde le soleil à travers un stéphanoscope, par exemple, et un réseau à stries serrées, le spectre du premier ordre ne se compose guère que de rouge et de bleu foncé, si le stéphanoscope est lui-même d'une couleur foncée, comme le N.° 4, par exemple. S'il est clair, comme le N.° 2, on voit quelques autres couleurs peu intenses, mais si le réseau est de moins en moins serré les couleurs se mêlent parce que les spectres se raccourcissent. On voit, d'après cela, que, pour comparer directement les deux sortes de réseaux par la méthode ci-dessus, il faudrait que la somme des intervalles opaque et transparent fût la même ou à peu près la même des deux côtés, sans quoi l'un des réseaux développerait et montrerait plus de couleurs différentes que l'autre, il les séparerait davantage. Il faut encore tenir compte de l'affaiblissement relatif de la lumière transmise par un réseau à globules, affaiblissement qui éteint les moins intenses des couleurs transmises par les réseaux à stries.

Le ly.^{n} I et [66 2/3] pourraient être ainsi comparés, puisque les sommes $S' = 0{,}0147$, et $S = 0{,}015$ sont à fort peu près égales; mais la poudre du ly.^{n} I, ne pouvant être qu'imparfaitement purgée, ne produit que des couronnes à couleurs ternes et mal terminées, ce qui s'oppose malheureusement à l'application complète de ce mode de comparaison.

A défaut d'un bon réseau à globules égaux, sphériques et bien nets, et pour lequel la somme S' soit égale à la somme S de l'un de mes réseaux à stries, j'ai cherché à me rendre compte des détails principaux des phènomènes que montrent les réseaux au cervinum et au blé par les comparaisons indirectes qui vont suivre. Outre les raisons déjà énoncées, plusieurs autres encore s'opposent à ce que ces comparaisons conduisent à des résultats pleinement satisfaisants. 1.° Les angles dont je vais faire usage peuvent être en erreur de une à quatre minutes; 2.° les couleurs se mêlent dans les bords dentelés des couronnes; 3.° les angles de déviation pour les centres des disques colorés, ou pour les milieux des couronnes ne suivent pas et ne peuvent pas suivre exactement la loi des nombres 1, 2, 3, 4..... comme je vais néanmoins le supposer.

Nous savons qu'avec le N.° 4 et [50] l'angle de déviation pour le rouge du premier ordre est $2^{o}\ 4' = 124'$. J'ai mesuré la déviation sur le disque bleu du premier ordre et j'ai eu

1^{o}	$17'$
1	16
1	17
1	16
1	15
Moyenne 1^{o}	$16'\ 12'' = 76',2$

Pour le cervinum et le blé l'angle de déviation de la couronne bleue du premier ordre se trouvera approximativement en disant;

Cervinum.... $124' : 76',2 :: 1^{o}\ 12' : x = 44',24...$
Blé..... $124' : 76,2 :: 2^{o}\ 21' : x = 86,64...$

Je prendrai les nombres 76′ et 124′ ; 72′ et 44′ ; 141′ et 87′. En les multipliant successivement par 1, 2, 3, 4, 5... on formera le tableau suivant :

[50]	Déviations.	Différences.		Cervinum.	Déviations.	Différences.		Blé.	Déviations.	Différences.
B_1	76′			B_1	44′			B_1	87′	
		48′				28′				54′
R_1	124			R_1	72			R_1	141	
		28				16				33
B_2	152			B_2	88			B_2	174	
		76				44				87
B_3	228			B_3	132			B_3	261	
		20				12				21
R_2	248			R_2	144			R_2	282	
		56				32				66
B_4	304			B_4	176			B_4	348	
		68				40				75
R_3	372			R_3	216			R_3	423	
		8				4				12
B_5	380			B_5	220			B_5	435	
		76				44				87
B_6	456			B_6	264			B_6	522	
		40				24				42
R_4	496			R_4	288			R_4	564	
		36				20				45
B_7	532			B_7	308			B_7	609	
		76				44				87
B_8	608			B_8	352			B_8	696	

Comparons d'abord les phénomènes à peu près indiqués par les déviations pour [50] avec les phénomènes réels observés. La colonne des différences indique 48′ pour l'excès de la déviation 124′ du disque rouge R_1 du premier ordre, sur la déviation 76′ du disque bleu B_1 du même ordre. Cette différence 48′

étant supérieure au diamètre du soleil, le disque rouge R_1 doit être séparé du disque bleu B_1 par un intervalle noir : c'est aussi ce que l'on observe. La différence suivante, 28′, étant un peu moindre que le diamètre 32′ du soleil, R_1 doit un peu empiéter sur B_2 et former du blanc dans les parties peu étendues qui se recouvrent : c'est aussi ce que l'on observe. Je dis qu'il se forme du blanc, parce que le N.° 4 laisse voir le soleil élevé d'un blanc presque pur. L'astre paraît rose, puis rouge à mesure que la hauteur du soleil diminue ou que la lumière est absorbée, soit par une couche d'air de plus en plus épaisse, soit par un verre saupoudré de globules de plus en plus rapprochés ou opaques. Après R_1 et avant R_2 doivent venir B_2 et B_3, laissant entre eux un intervalle obscur : c'est aussi ce que l'on observe. B_3 doit couvrir R_2 d'environ 10 à 12′, car la différence des déviations n'est que de 20′ ; le rouge du second ordre R_2 doit donc paraître blanc à son bord intérieur, du côté du soleil. A l'observation, ce disque est seulement rosé vers ce bord intérieur, car déjà les disques s'alongent, les couleurs s'étalent, se mêlent et se modifient les unes par les autres. On voit de même, par la différence 8′, que R_3 et B_5 se recouvrent en grande partie et doivent former, soit du rose bleuâtre, soit du bleu pâle rougeâtre. A l'observation l'image R_3 est rose ; elle est beaucoup plus pâle que R_1, R_2 et R_4. Entre R_3 et R_4 doivent se trouver deux images bleues B_5 et B_6, séparées par un espace obscur ; c'est à peu près aussi ce que l'on observe. Seulement, comme les spectres s'étalent beaucoup et ne forment pas, comme le suppose le calcul, des disques nettement terminés, les images B_5 et B_6 sont alongées et laissent entre elles un intervalle peu obscur où les couleurs bleu pâle viennent se perdre en se dégradant. Au-delà de R_4 on ne voit que des images alongées alternativement bleues et rouges.

D'après la comparaison que nous venons de faire entre les faits observés avec [50] et ceux qu'indique le calcul dans la

supposition où il a été fait, et d'après les raisons exposées plus haut, on doit s'attendre à des discordances bien plus tranchées si l'on compare de même les détails des phénomènes produits par le cervinum et ceux nécessairement erronés indiqués par le calcul, surtout quand la comparaison portera sur les ordres supérieurs. Faisons néanmoins cette comparaison, mais en abrégeant.

B_1 et R_1 doivent se mêler un peu au bord intérieur de R_1, car la différence des déviations n'est que de 28′ : on ne voit rien de cela à l'observation. D'après la différence 16′ entre R_1 et B_2 le rouge de R_1 et le bleu de B_2 doivent se mêler et former du blanc. A l'observation R_1 est d'un rouge vif et pur à l'intérieur, il pâlit près du bord extérieur ; B_2 est blanc à son bord intérieur ou d'un bleu très-pâle qui augmente d'intensité jusqu'à son bord extérieur. On devrait avoir, après la couronne B_2, une couronne B_3 séparée de B_2 par une couronne noire, à très-peu près à égales distances de R_1 et R_2, d'après les nombres du tableau : cela ne se montre pourtant point ainsi. B_3 et R_2 doivent se couvrir en partie puisque la différence correspondante n'est que de 12′ ; c'est à cela sans doute qu'est due la couleur rose bleuâtre que prend la couronne rouge du second ordre R_2 près de son bord intérieur, couleur qui couvre une partie notable de cette couronne jusque vers son bord extérieur où le rouge s'avive. Et comme de R_2 à B_4 l'intervalle est de 32′, cela permet à R_2 de s'étaler. C'est peut-être à cela qu'il faut attribuer la grande largeur de cette couronne rouge R_2 du second ordre. R_3 et B_5 se confondent en grande partie, d'après le tableau ; la couronne rouge du troisième ordre R_3 devrait donc être pâle, tandis qu'à l'observation elle est un peu plus rouge que la précédente et d'une teinte égale aux suivantes. Les couronnes bleues et rouges s'alternent ensuite avec des teintes uniformes.

Je passe au tableau relatif au blé.

D'après les trois grandes différences 54′, 33′ et 87′, les couronnes B_1, R_1 et B_2 doivent pouvoir s'étaler sans obstacle, sans mélange de couleurs; c'est du moins ce qui devrait avoir lieu si, par la nature du réseau, ces couronnes n'empiétaient pas les unes sur les autres par les hachures qui s'étendent et s'insinuent les unes entre les autres. A l'observation, on voit d'abord la couronne obscure centrale mal terminée, puis la couronne B_1, pâle, mal terminée à l'intérieur, mais assez nettement terminée à l'extérieur où commence le rouge R_1. Cette couronne R_1 est fort belle; on remarque néanmoins que la teinte se dégrade vers le bord extérieur, sans doute par l'introduction des hachures bleues de B_2 entre les hachures rouges de R_1, car la différence, selon le tableau, n'est que de 33′. C'est probablement aussi par cette cause que le bord intérieur de B_2 est presque blanc. On ne voit point les deux couronnes B_2 et B_3 indiquées par le tableau, et qui devraient être séparées par une couronne noire; mais la couleur bleue, presque blanche à l'intérieur, se fonce de plus en plus jusqu'au bord extérieur, où elle est presque noire. Selon le tableau, le bord extérieur de B_3 doit couvrir le bord intérieur de R_2 : ce n'est pas précisément ce qu'on voit; le bord intérieur de R_2, au lieu d'être blanc ou rosé, est d'un rose foncé; c'est plus loin que la teinte passe au rose bleuâtre; elle s'étend jusqu'au dernier tiers environ de la largeur, ce dernier tiers prend une teinte d'un rose rouge. D'après la différence 66′ entre R_2 et B_4, la couronne R_2 doit s'étaler sans obstacle à l'extérieur, c'est à cela qu'on peut probablement attribuer la *très-grande* largeur de cette couronne rouge R_2 du second ordre. R_3 et B_5 doivent se couvrir en grande partie, la différence n'étant que de 12′; par conséquent le bord extérieur de R_3 et le bord intérieur de B_5 doivent être pâles ou blanchâtres. A l'observation on remarque, avec de l'attention, une dégradation légère dans la teinte du rouge de R_3 depuis son bord intérieur jusqu'à son bord exté-

rieur; mais la teinte de la couronne bleue suivante paraît uniforme et il en est de même des couronnes qui suivent.

Faisons maintenant usage de nos formules et du tableau précédent pour faire d'autres comparaisons.

La moitié 62′ de la différence 124 entre 248 et 124 pour le réseau [50], étant ajoutée à 124′, donne 186′ pour la déviation du milieu de l'intervalle noir entre R_1 et R_2, abstraction faite du bleu. On aura de même 190′ pour la déviation du milieu du noir compris entre B_2 et B_3, abstraction faite du rouge. Si ces deux nombres étaient égaux, on pourrait appliquer la formule

$$\frac{n+\frac{1}{2}}{n'+\frac{1}{2}} = \frac{sin.\ D'}{sin.\ D} = \frac{l'}{l}$$

en y faisant $n = 1$ pour le rouge et $n' = 2$ pour le bleu, ce qui donnerait

$$\frac{sin.\ D'}{sin.\ D} = \frac{1,5}{2,5} = \frac{3}{5} = 0,6;$$

mais comme la demi-somme $\frac{186+190}{2} = 188$ est un peu plus grande que 186, la vraie valeur de $\frac{n+\frac{1}{2}}{n'+\frac{1}{2}}$ se trouverait en augmentant n et n' d'une égale petite fraction, ce qui conduirait à une valeur un peu plus grande que 0,6. D'après cela on doit trouver pour $\frac{sin.\ D'}{sin.\ D}$ une valeur peu différente de 0,6, mais un peu plus grande. Or, $D = 2^{\circ}\ 4'$ et $D' = 1^{\circ}\ 16'\ 12''$ donc

$$\frac{sin.\ D'}{sin.\ D} = \frac{sin.\ 1^{\circ}\ 16'\ 12''}{sin.\ 2^{\circ}\ 4'\ 0''} = 0,6146,$$

résultat satisfaisant.

Pour qu'il y ait parité entre les deux sortes de réseaux, la petite couronne noire, pour le cervinum, doit se trouver un peu au-delà du milieu entre les rouges du premier et du second ordre; c'est-à-dire que sa déviation doit être un peu plus grande que la moyenne 1° 46′ 30″ entre les déviations 1° 12′ et 2° 21′. Or, la déviation prise sur la partie la plus obscure de la couronne bleue du second ordre est de 1° 51′, autre résultat satisfaisant et qui indique que le rose bleuâtre de la couronne rouge suivante vient du mélange du rouge de R_2 avec le bleu de B_3.

On doit avoir aussi $\frac{l'}{l} = 0{,}6146$, et comme $l' = 0{,}0007296$ il vient $l' = 0{,}0004474$, qui répond en effet à l'indigo.

On peut encore avoir l' par l'équation

$$l' = sin.\ (1^\circ\ 16'\ 12'') \times \frac{1}{50} = 0{,}0004433.$$

Dans une petite caisse de verre à parois parallèles distantes de 2,5 millimètres, je verse du chlorure de chrôme. Le soleil élevé, vu à travers cette couche, paraît blanc; une couche plus épaisse le ferait paraître rouge, et il faudrait dans ce cas délayer la liqueur avec un peu d'alcool pur pour voir toujours le soleil d'un blanc presque pur, sans trop de fatigue pour l'œil. Ce sont les conditions de l'expérience suivante, qui par-là se simplifie, parce qu'elles élaguent *à très-peu près* toutes les couleurs étrangères au rouge et au vert.

Je me sers du réseau en cinquantièmes. Le premier spectre diffracté est composé d'abord d'un disque V_1 du plus beau vert, suivi d'un disque R_1 d'un rouge vif foncé. Vient ensuite un disque V_2 d'un aussi beau vert, suivi d'un disque rouge R_2 sur lequel il empiète. Pour le troisième ordre, l'arrangement des couleurs se

renverse, car, après le mauvais vert pâle V_3 qui commence le spectre du troisième ordre, vient un intervalle obscur suivi d'un pareil mauvais vert V_4 et qui précède ainsi le rouge R_3 du troisième ordre et le couvre partiellement. Ce nouvel arrangement de couleurs se maintient jusqu'au sixième ordre V_6; car ce vert est suivi du vert du septième ordre V_7. Entre les verts V_6 et V_7 est un espace obscur difficile à saisir, même avec [40]. C'est là que s'opère le nouveau renversement. Ici encore le premier intervalle obscur n'est pas exactement placé entre les centres des disques rouges R_2 et R_3; il est un peu, très-peu, plus près de R_2 que de R_3, d'où il suit que dans la formule

$$\frac{n+\frac{1}{2}}{n'+\frac{1}{2}} = \frac{sin.\,D'}{sin.\,D}$$

on a $n = 2$ et $n' = 3$, ou $\frac{n+\frac{1}{2}}{n'+\frac{1}{2}} = \frac{2,5}{3,5} = \frac{5}{7} = 0,7143$;

mais que cette valeur est un peu trop forte.

Maintenant, au réseau à stries je substitue un verre saupoudré de cervinum. J'abrégerai la description du phénomène, car elle est presque identique avec celle qu'on déduirait du tableau ci-après. On voit les belles couronnes R_1 et V_2. R_3 paraît un peu pâle ; viennent ensuite la couronne V_3, une *couronne noire*, puis une couronne V_4 très-pâle, enfin R_3, après quoi les couronnes sont alternativement vertes et rouges.

Le phénomène que m'a offert la carie du blé est beaucoup moins bien indiqué par le tableau consacré à cette poudre.

Quant aux angles dont j'ai fait usage pour dresser ces tableaux, on verra tout-à-l'heure d'où ils viennent.

Cerviniun.	Déviations.	Différences.		Blé	Déviations.	Différences.
V_1	52,5			V_1	106′	
		19,5				35′
R_1	72			R_1	141	
		33				71
V_2	105			V_2	212	
		39				70
R_2	144			R_2	282	
		13,5				36
V_3	157,5			V_3	318	
		52,5				105
V_4	210			R_3	423	
		6				1
R_3	216			V_4	424	
		46,5				106
V_5	262,5			V_5	530	
		25,5				34
R_4	288			R_4	564	
		27				72
V_6	315			V_6	636	
		45				69
R_5	360			R_5	705	

Voici donc ce que le chlorure de chrôme et la carie du blé m'ont offert. On voit d'abord le cercle noir central, puis la couronne verte peu distincte du premier ordre. Vient ensuite une magnifique couronne rouge du premier ordre. La couronne verte du second ordre est aussi de toute beauté, mais le rouge du second ordre est moins beau; il est suivi d'une couronne verte, très-pâle, blanchâtre, du troisième ordre, après laquelle vient *une couronne noire,* suivie d'une couronne vert pâle, blanchâtre, du quatrième ordre, et qui précède le rouge du troisième ordre. On a ensuite successivement du vert, du rouge, du vert, etc.

Les sinus des déviations pour les mêmes raies dans les spectres successifs colorés suivent exactement la loi des nombres 1, 2, 3, 4, 5... pour les réseaux à stries. Il n'en peut pas être de même des milieux des spectres formés par les couleurs l et l'; mais cela n'empêche pas les coïncidences prévues par les quatre formules ci-dessus d'avoir lieu et d'être sensibles quand leurs déviations sont renfermées dans certaines limites, comme nous venons de l'observer sur le chlorure de chrôme et sur le N.° 4. Dans les ordres supérieurs, ces coïncidences sont plus difficiles à saisir ou sont insaisissables parce que les couleurs se mêlent par l'alongement des spectres. Cependant la loi des nombres 1, 2, 3, 4, 5, est encore approximativement suivie par les deux couleurs l et l' lorsqu'on prend la déviation sur le milieu de chaque spectre; c'est ce dont je me suis assuré avec divers réseaux à stries par des mesures prises sur les verts successifs du chlorure et sur les bleus du N.° 4. Quant aux rouges du chlorure, ils m'ont donné à peu près les mêmes angles que ceux inscrits dans les tableaux, non seulement avec les réseaux à stries et le N.° 4 superposés, mais encore avec le cervinum ou le blé et le chlorure. Cela prouve que le rouge du chlorure a, à peu près, 0,000072796 pour longueur d'ondulation, comme celui du N.° 4.

La couronne verte du premier ordre n'étant pas suffisamment distincte, j'ai pris la déviation sur celle du second ordre; j'ai eu, par une seule observation,

Cervinum 1° 45′ d'où 52′ 30″ = 52′,5 pour le premier ordre;

Blé 3° 32′ d'où 1° 46′ = 106′ pour le premier ordre;

et respectivement 1° 15′, 2° 31′ pour le rouge. Ce qui donne :

$$\frac{sin.\ 52'\ 30''}{sin.\ 1°\ 15'} = 0{,}70003, \qquad \frac{sin.\ 1°\ 30'}{sin.\ 2°\ 31'} = 0{,}7021.$$

Ces deux fractions sont en effet un peu plus petites que 0,7143.

J'ai encore eu, par une seule observation avec le N.° 4, sur le vert du premier ordre que montre le chlorure :

$$\text{avec } [40]\ldots\ 1^{0}\ 10'\ ;\ \text{avec } [80]\ldots\ 2^{0}\ 22',$$

ce qui donne, d'après les tableaux,

$$\frac{sin.\ 1^{0}\ 10'}{sin.\ 1^{0}\ 40'} = 0{,}70065\ ;\quad \frac{sin.\ 2^{0}\ 22'}{sin.\ 3^{0}\ 22'} = 0{,}70318,$$

résultats encore très-satisfaisants.

La moyenne entre ces quatre fractions est 0,70134 ; on aura donc $0{,}70134 = \frac{l'}{l}$ et comme $l = 0{,}00072796$ il vient $l' = 0{,}00051055$, ce qui répond en effet au vert pur. Bien que j'eusse fait mes observations avec soin, je ne m'attendais pas, je l'avoue, à des résultats aussi concordants et qui prouvent bien, ce me semble, la complète similitude entre les deux sortes de réseaux.

On peut encore la constater, sans rien calculer, par le procédé suivant.

Je prends une substance colorée ou une combinaison de substances colorées, telle que le soleil puisse être regardé à travers sans trop fatiguer l'œil, et telle encore qu'avec [40] les couleurs du premier ordre soient distinctes et au nombre de deux ou trois au plus. Je note les couleurs qui se succèdent, puis j'observe avec le cervinum, ou bien avec le blé si j'emploie le réseau [50] ou $[66\frac{1}{2}]$. La succession des couleurs est la même ; il n'y a d'exception que pour celles peu intenses, peu étalées et qui s'effacent ou s'altèrent dans les bords dentelés des couronnes.

Voici quelques exemples choisis.

Le verre brun rougeâtre, dont j'ai parlé à la page 77, montre avec différents réseaux la série des couleurs suivantes :

Vert, blanc, ROUGE ; vert, blanc, ROUGE ; vert, blanc, ROUGE, et ainsi de suite.

On a précisément la même succession avec le cervinum, le ly.^{n} I, la réticulaire, le seigle et particulièrement avec le blé, parce que les globules sont plus égaux et plus nets.

On a exactement les mêmes couleurs qui se suivent dans le même ordre, en remplaçant le verre brun par une très-mince plaque d'obsidienne polie et collée sur un verre blanc parallèle.

Deux excellentes tourmalines brunes, très-minces et exactement croisées, donnent avec [50] ou [66 $\frac{2}{3}$] les séries suivantes :

Bleu, jaune, ROUGE ; bleu, vert, jaune, ROUGE ; bleu, vert, jaune, ROUGE ; vert, ROUGE ; vert, ROUGE ; vert, ROUGE, etc.

On a précisément la même succession de couleurs avec le blé ; un peu moins bien avec le cervinum, pour lequel la somme S′ ou 0,0365 est trop grande pour être comparée à 0,02 ou à 0,015.

Deux minces et excellentes tourmalines vertes exactement croisées donnent avec [50] un disque blanc bordé de vert du côté du soleil et de rouge à l'extérieur. Avec [200], l'image diffractée du premier ordre ne présente guère encore qu'un vert et un rouge très-alongés et formant du blanc au milieu du spectre, là où le rouge et le vert se superposent. Ce blanc est à plus forte raison visible avec des réseaux moins serrés. L'image du second ordre est composée de même, les couleurs sont seulement plus étalées. Avec [50], le blanc diminue de plus en plus dans les ordres suivants, où l'on ne voit plus guère que du vert et du rouge alternatifs. Avec le blé, le vert du premier ordre couvrant l'aire du premier cercle est très-mal terminé ; on voit ensuite la couronne blanche du premier ordre, suivie d'une rouge ; puis une étroite couronne verte du second ordre ; puis une couronne blanche large, terminée par une couronne rouge étroite ;

viennent ensuite des couronnes alternativement vertes et rouges. Toutes ces couleurs se distinguent mieux si les tourmalines ne sont pas rigoureusement croisées.

Un verre vert (épinards cuits) donne, avec divers réseaux, les couleurs suivantes, un peu fondues les unes dans les autres :

Violet, blanc, JAUNE; violet, blanc, JAUNE; violet, blanc, JAUNE, etc.

Telle est aussi la succession des couleurs avec le cervinum, le blé, le ly.^{n} I, la réticulaire et le seigle.

Un petit verre noir, dont je parlerai plus loin, donne avec le cervinum ou avec le blé une image composée et des plus belles. On trouve dans le commerce un verre d'un bleu de fer que je ne saurais définir et qui donne aussi une image colorée d'une grande beauté. On en obtiendra de très-variées et très-curieuses en essayant diverses combinaisons de verres colorés.

Afin de compléter la comparaison entre les réseaux à stries et les réseaux à globules, j'ai voulu voir aussi quelle serait la marche des sinus des angles de déviation pour les anneaux obscurs en faisant usage du verre rouge N.° 6. La loi rigoureuse est celle des nombres $\frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \frac{9}{2}$... ou 1,5; 2,5; 3,5; 4,5...

Le tableau suivant renferme les données et les résultats. Je n'ai également fait que trois observations pour les déviations des ordres supérieurs.

Cervinum. N.° 6.	1° 36' 40"	2° 51' 20"	4° 4' 0"	5° 21' 0"	6° 35' 0"
Marche des sinus.	1,5	2,6578	3,7836	4,9744	6,1167
Blé. N.° 6.	3° 19' 20"	5° 56' 30"	8° 53' 0"	11° 1' 0"	
Marche des sinus.	1,5	2,6793	3,8481	4,9462	

Si j'avais employé un verre rouge plus foncé, la marche des

sinus se serait moins écartée de celle des nombres 1,5, 2,5, 3,5, 4,5....; mais aussi j'aurais vu un moins grand nombre d'anneaux obscurs entre deux rouges. C'est ce que justifie l'expérience suivante plus ancienne, faite soigneusement sur le lycopode, avec un verre rouge, moderne, très-foncé, teint en pâte et travaillé sur ses deux faces.

	1°40'	2°46'	4° 1'	5°14'
	1 38	2 45	3 59	5 17
	1 40	2 50	3 57	5 16
	1 40	2 50	4 3	5 20
	1 40	2 53	4 5	5 20
	1 40	2 50	4 5	5 20
	1 38	2 46	3 59	5 12
	1 40	2 50	4 8	5 13
	1 41	2 54	4 3	5 17
	1 42	2 50	4 4	5 15
	1 40	2 50	4 7	5 19
	1 42	2 50	4 4	5 20
	1 41	2 49	4 3	5 19
	1 42	2 49	4 1	5 18
	1 41	2 50	4 3	5 18
	1 41	2 49	4 4	5 22
Moyennes..	1°40'23"	2°49'26"	4° 2'52"	5°17'30"
Marche des sinus.....	1,5	2,53113	3,62358	4,73825

Je dois avertir que le quatrième anneau noir est plutôt deviné que bien vu, car on ne voit pas le cinquième anneau rouge. Je n'ai pas grande confiance aux déviations prises sur ce qua-

trième anneau. L'anneau noir du second ordre est ici le plus facile à mesurer, c'est celui pour lequel il y a plus de chances d'exactitude. En considérant donc sa déviation comme exacte, les autres devraient être

Différences avec l'observation. . .	1° 41' 38"	2° 49' 26"	3° 57' 18"	5° 5' 30"
	— 1' 15"	0	+ 5' 34"	+ 12' 0"

On voit de cette manière que les erreurs sont renfermées dans les limites de celles des observations elles-mêmes.

En prenant les deux tiers des sinus du premier ordre des anneaux obscurs dans l'antépénultième tableau, j'aurai les sinus du premier ordre pour les anneaux rouges. Alors, faisant $l = 0{,}0006745_7$ dans la formule

$$q = 0{,}8 \frac{l}{sin.\,D},$$

j'aurai les diamètres q. On les trouvera avec d'autres dans le tableau suivant.

		$\frac{3}{2}$ D'	S'	S' × 0,8 ou q
Cervinum.	N.° 6.	1° 36' 40"	0,0359055	0,028724
Blé.	id.	3 19 20	0,0174605	0,013968
Ly,n I.	id.	3 53 30	0,0149077	0,011926
Réticulaire.	id.	7 57 0	0,0073159	0,005853
Seigle.	id.	7 46 30	0,0074795	0,005984

Ces valeurs de q s'accordent encore avec celles qui précèdent.

Les expériences et les réflexions qui précèdent concourent donc à constater que les réseaux à globules se comportent comme les réseaux à stries parallèles, qu'ils suivent les mêmes lois, soit à la lumière simple, soit à la lumière plus ou moins composée, et par conséquent que leur similitude est aussi bien établie que peut le permettre le mode d'expérimentation que j'ai employé.

Les globules renfermés dans un des plus volumineux grains de blé carié, bien mûr, suffisent pour saupoudrer 6 à 7 centimètres carrés de surface de verre, c'est-à-dire presque le double de ce dont j'ai eu besoin pour toutes les expériences que j'ai faites sur cette substance, en prenant la précaution de couvrir d'un verre parallèle (p. 80) le verre parallèle saupoudré destiné aux observations non microscopiques. Je craignais que les globules eussent des diamètres très-différents d'un grain à l'autre plus ou moins volumineux, plus ou moins mûr. Pour vérifier ce soupçon j'ai choisi un très-gros grain, bien gorgé, bien mûr, et un *tout petit* grain ridé, cueilli long-temps avant la maturité et encore vert, quoique bien sec. Au microscope, je n'ai pas pu saisir de différence dans la mesure des diamètres. J'ai repris deux grains pareils aux précédens, j'en ai saupoudré deux verres; j'ai mesuré la déviation avec le N.° 4 sûr le rouge du troisième ordre et j'ai eu

	GROS GRAIN.	PETIT GRAIN.
	7° 35′	7° 40′
	7 34	7 39
	7 37	7 40
	7 36	7 41
Moyennes..	7° 35′ 30″	7° 40′

Le diamètre des globules du gros grain est au diamètre des globules du grain vert dans le rapport inverse des sinus des angles correspondants, ou dans le rapport de 1 à 0,99027 ou de 0,0144 à 0,01426. La différence de quatorze cent-millièmes de millimètre est insaisissable au microscope.

Dans ma première notice sur les couronnes j'ai toujours suivi cette méthode de comparaison, parce qu'elle a le très-grand avantage d'être tout-à-fait indépendante de la marche des sinus, de la valeur du coefficient m et de celle de la longueur d'ondulation l; mais aussi pour obtenir la mesure d'un globule quelconque, elle exige qu'on ait exactement déterminé celle d'un autre globule; ce que l'on peut obtenir avec des soins et par une moyenne entre de nombreuses mesures directes. Les globules du blé carié sont le meilleur terme de comparaison que j'aie rencontré; ils sont plus égaux, plus nets, plus sphériques, plus constants que ceux d'aucune des poudres que j'aie observées. Si nous adoptons le nombre $q = 0{,}0144$, nous aurons

$$q' = 0{,}0144 \frac{sin.\ D}{sin.\ D'}.$$

Dans cette formule, toujours applicable, D est la déviation pour un anneau brillant ou obscur d'un ordre quelconque me-

suré sur la carie du blé, soit à la lumière blanche, soit à la lumière simple, soit au stéphanoscope, et D′ est la déviation pour un anneau de même couleur, du même ordre et mesurée de la même manière sur la poudre inconnue. q' sera le diamètre des globules de cette poudre.

Si l'on veut généraliser l'autre formule, on aura

$$q = m.\, n\, \frac{l}{sin.\, D},$$

n étant le numéro d'ordre de l'anneau brillant formé par la couleur dont la longueur d'ondulation est l, et

$$q = m.\, \left(n + \frac{1}{2}\right)\, \frac{l}{sin.\, D},$$

si la déviation D est prise sur l'anneau obscur de l'ordre n. La lumière l doit alors être simple.

Ces deux dernières formules donneront des résultats très-satisfaisants si, pour tenir compte de la marche ascendante des sinus, on y fait

$$m = 0{,}82 \quad 0{,}84 \quad 0{,}86 \quad 0{,}88 \quad 0{,}90$$

pour les anneaux brillants ou obscurs de l'ordre respectif,

1 2 3 4 5.

L'usage que j'ai fait de l'octant pour mesurer au soleil la longueur d'ondulation des substances colorées peu transparentes mérite d'être recommandé. Avec un bon sextant et un bon réseau en centièmes, il suffit d'une seule observation bien faite pour avoir en un instant, sans mesurer aucune distance et sans rien écrire, une longueur d'ondulation toute calculée. Tout se réduit, en effet, à prendre le nombre qui correspond

au logarithme du sinus de l'angle observé. Si la lumière est trop vive, on ne la laisse arriver dans l'œil que par un petit trou fait dans une lame de plomb, ou bien on observe sur la lune.

Néanmoins, avant de me confier à ce procédé si rapide et si commode, je l'ai soumis à l'épreuve en reprenant quelques-unes des longueurs d'ondulation inscrites dans le tableau de la page 54. Je rapporterai ces essais parce qu'ils donnent lieu à quelques remarques.

Avec [100] et l'assemblage des trois verres orangés pour lequel j'avais trouvé $l = 0{,}0006224$ (page 54), le premier spectre diffracté a une longueur un peu plus que double de sa largeur; la lumière est extrêmement vive, ce qui m'empêche de bien distinguer les couleurs. J'ai mesuré la déviation 3° 34′ au milieu de ce spectre, parce que la lumière y est plus vive et que c'est probablement cette lumière qui a dominé dans l'expérience de la page 54. On a donc

$$l = \textit{sin.}\ \mathrm{D} \times \mathrm{S} = \textit{sin.}\ (3^\circ\ 34') \times 0{,}01 = 0{,}0006221.$$

Voilà une vérification des plus satisfaisantes, si le hasard n'y est pour rien.

J'ai opéré de même avec le verre vert pour lequel j'avais trouvé $l = 0{,}0005\,1264$. Le spectre diffracté du premier ordre est encore ici à peu près deux fois aussi long que large. Il se compose de bleu et de jaune. Sur les spectres plus alongés des ordres suivants on distingue d'autres couleurs. J'ai pris la déviation sur la séparation du bleu et du jaune dans le premier spectre, là où devait se trouver le vert. J'ai eu 2° 58′, d'où $l = 0{,}0005\,1765$. La différence entre ces deux déterminations, obtenues par des opérations si différentes, n'est que de cinq millionièmes de millimètre.

Le verre bleu cobalt qui a donné $l = 0{,}00047483$ produit un premier spectre composé d'un disque bleu pâle, de diverses nuances, en contact avec un disque jaune blafard. Celui-ci est séparé, par un espace obscur, d'un beau disque rouge foncé. C'est sur le disque bleu que j'ai amené l'image réfléchie du soleil. J'ai eu $D = 2^{\circ}\,42'$, d'où $l = 0{,}0004^{-}106$. La déviation pour l'image rouge foncé est $D = 4^{\circ}\,0'$, d'où $l = 0{,}000639756$.

J'ai un mince disque de verre noir à travers lequel le soleil paraît d'un blanc pur. Il laisse passer avec abondance du bleu, du jaune et du rouge. La lumière solaire décomposée par un bon prisme de flint et vue à travers ce verre, se compose d'un disque rond, net, d'un beau rouge. Un disque du plus beau jaune vient ensuite; il est immédiatement suivi d'une queue presque blanche au milieu de sa longueur, et bleu de ciel vers l'extrémité. Avec [100], le premier spectre normal diffracté se compose d'un disque bleu barbeau très-pur, voisin d'un disque du plus beau jaune. Au-delà est un disque isolé d'un bon rouge foncé. On distingue le violet, le vert, et d'autres couleurs dans les spectres plus alongés des ordres suivants. A l'octant, j'ai trouvé pour le premier ordre :

Disque bleu.	$D = 2^{\circ}\,43'$	d'où	$l = 0{,}00047397$.
jaune.	$D = 3^{\circ}\,34'$		$l = 0{,}00062210$.
rouge.	$D = 4^{\circ}\,3'$		$l = 0{,}00070627$.

Puisqu'avec ce verre noir le soleil paraît d'un blanc pur et que le premier spectre diffracté ne laisse voir que du bleu, du jaune et du rouge, il s'ensuit que la lumière blanche peut être considérée comme composée de bleu, de jaune et de rouge, conformément à l'opinion de M. Brewster. Selon ce savant, ces trois couleurs s'étendent sur toute la longueur du spectre solaire réfracté, et en composent les nuances infinies par leur mélange en diverses proportions.

Je ferai encore ici rapidement quelques observations favorables à l'opinion de M. Brewster.

Le beau jaune dont je viens de parler a une longueur d'ondulation qui appartient à un rouge et précisément la même longueur d'ondulation que la couleur composée transmise par l'assemblage des trois verres orangés. Cette couleur est un rouge orangé vif; c'est un mélange de rouge, de jaune et de vert, comme l'atteste le prisme. Il y a donc plusieurs couleurs différentes qui ont la même longueur d'ondulation.

La teinture bleue saturée de tournesol a pour propriété optique caractéristique d'absorber le jaune. L'expérience qui le prouve est bien facile. Un long prisme de cette liqueur filtrée, faisant un angle de 13 à 14 degrés, est placé entre l'œil et un prisme équilatéral de flint qui décompose la lumière du ciel passant par un trou fait dans un papier noir collé sur une vitre exposée au midi et vivement éclairée. Le spectre observé par une épaisseur d'un millimètre perd déjà tout son orangé et son jaune. Le rouge, dépouillé du jaune, est plus vif, ainsi que le vert, qui gagne en étendue. A une épaisseur de sept millimètres le vert est presque effacé par l'absorption du jaune qui y était mêlé. A dix millimètres le jaune et le bleu sont presque entièrement absorbés, puisque le vert lui-même disparaît totalement : il ne reste qu'un beau rouge et un très-beau violet. A l'épaisseur de dix-sept millimètres, le bleu faisant partie du violet est absorbé; il ne reste que du rouge qui s'efface par une épaisseur de trente-huit millimètres. Si le soleil remplace le trou de la vitre, on voit le plus beau violet détaché du rouge, par une épaisseur de trente millimètres : toutes les couleurs intermédiaires sont effacées. Si la couche de tournesol diminue d'épaisseur, le violet passe lentement au bleu qui augmente de vivacité et devient presque blanc à l'épaisseur de dix millimètres, sans doute parce qu'alors le bleu, le jaune et le rouge transmis sont en proportion convenable pour former du blanc.

Un autre prisme d'un plus petit angle fait disparaître le jaune formant l'un des trois disques diffractés du petit verre noir dont j'ai parlé tout-à-l'heure. Il l'éteint par une épaisseur d'un millimètre au plus.

Rougie par un acide, cette teinture de tournesol éteint le bleu qui se mêle au violet extrême du spectre provenant du trou de la vitre. Le bleu étant ainsi partiellement supprimé du violet et du vert, ces couleurs sont plus étendues, plus pures, plus vives. Si l'épaisseur augmente peu à peu, le vert et le violet s'effacent : il ne reste que du rouge.

Du sulfate de cuivre est dissout à saturation dans l'eau froide; bien que peu colorée, cette liqueur absorbe fortement le rouge du spectre. Une épaisseur de deux millimètres efface presque tout le rouge diffracté provenant du petit verre noir. Avec [200] le bleu de ce spectre s'alonge; il contient un peu de violet qui s'efface par l'absorption du rouge. Le jaune et le bleu subsistent; mais le jaune qui contient du rouge se détériore et passe au verdâtre quand l'épaisseur de la couche augmente.

Par une épaisseur de deux à quatre millimètres, le chlorure de chrôme absorbe toutes les couleurs des spectres, sauf le rouge et le vert. Une épaisseur tant soit peu plus grande éteint le vert; le rouge lui-même disparaît, ainsi que le soleil, par une épaisseur de vingt-deux à vingt-cinq millimètres.

Une épaisseur d'un à deux millimètres d'une dissolution saturée de bi-chromate de potasse éteint le violet et le bleu du spectre; il ne reste que le vert, l'orangé et le rouge. Une plus grande épaisseur absorbe le reste du bleu; on ne voit plus que du jaune et du rouge qui subsistent à toute épaisseur. Le disque bleu diffracté du petit verre noir est effacé par une épaisseur d'un millimètre de cette dissolution.

Le soleil, vu à travers deux à trois millimètres de chlorure de chrôme, paraît blanc, et le premier spectre diffracté par [40] ou [50] ou même [100] est composé d'un disque vert et d'un disque

rouge. Ces deux couleurs doivent être complémentaires, et, d'après l'opinion de M. Brewster, le vert doit être formé de jaune et de bleu ayant à peu près la même longueur d'ondulation. En présentant donc une couche de 2,5 millimètres de tournesol qui absorbe plus vite le jaune que le bleu, je pensais transformer le disque vert en un disque bleu; ce n'est pas ce qui est arrivé : le disque est devenu vert bleuâtre, et il disparaît par une épaisseur plus grande de tournesol. J'ai alors essayé si le bi-chromate, qui absorbe fortement le bleu et très-peu le jaune, ne donnerait pas un disque jaune à la place du disque vert. L'expérience n'a pas réussi ; la moindre épaisseur de bi-chromate de potasse éteint le disque vert. Il s'en forme un autre d'un assez beau vert, peu visible, qui se place tout près du rouge ; donc, près du rouge il y a du jaune et du bleu que transmet le bi-chromate de potasse et qui forment du vert. Ces résultats ne prouvent rien contre l'opinion de M. Brewster, car le disque vert qui s'efface quand on en ôte le jaune ou le bleu contient en effet du jaune et du bleu; on le prouve en alongeant le spectre diffracté. En effet, avec [200], outre un rouge très-alongé, on a une autre partie alongée du spectre formée de disques superposés de diverses couleurs. L'extrémité du côté du soleil contient du bleu et du lilas ; au milieu est un disque blanc ; à l'autre extrémité on voit du jaune et enfin du vert pâle. Le lilas contient sans doute du bleu, du jaune et du rouge; le blanc aussi ; mais dans la proportion convenable au blanc. Une couche de 2,5 millimètres de tournesol avive le bleu et le rouge; le blanc passe au bleu pâle, le jaune devient vert. Tout le jaune n'est donc pas ainsi absorbé. Une couche de tournesol plus épaisse ne laisse que du bleu verdâtre, contenant par conséquent encore du jaune qui ne disparaît qu'avec le bleu par une couche encore plus épaisse : il ne reste alors que du rouge.

Presque toutes les observations qui précèdent ont été faites par un beau ciel serein, ou du moins quand il n'y avait que des nuages légers éloignés du soleil. Je m'abstenais d'écrire les mesures prises quand un nuage approchait de cet astre ; mais la précaution, que rien n'invite à prendre, si ce n'est le désir de bien faire, n'était pas nécessaire; car la mesure prise avant l'arrivée d'un nuage léger ne subissait aucune modification sensible à mon œil par la formation d'une couronne. J'ai même vu tout à la fois deux couronnes formées par un nuage, les anneaux d'un lycoperdon et les spectres diffractés d'un réseau. Ayant voulu prendre deux fois de suite la déviation d'une belle couronne, j'ai eu des résultats assez variables pour ne pas mettre les différences sur le compte de ma maladresse.

Le 11 juin 1837 j'ai fait sur de belles couronnes une suite d'observations qui montrent combien ce phénomène est variable. En voici le tableau :

HEURES.	I.er ORD.	2.e ORD.	OBSERVATIONS.
9h. 30′	1° 36′	3° 40′	
33	1 24		
35	1 55		
39	2 4		
40	2 11		
42	2 20		
54	1 58		
57′	2 6′	.....	.... Il passe d'autres nuages légers
10 0	1 35	3 42	inférieurs qui donnent deux cou-
7	2 20	4 40	ronnes. Celle du 1.er ordre, se mê-
11	1 42		lant à celle de 2° 6′, l'élargit du
12	1 47		côté du soleil et la déforme.
15	2 25		
17	2 37		
10 18	1 44		
25	1 24	.....	.... On voit la couronne du 2.e ordre
27	1 22		trop faible pour être bien mesurée.
10 29′	1 20	.....	.... Je cesse d'observer (1).

Après avoir noté la déviation du second ordre pour l'observation de 9h 30′, et avoir lu de nouveau l'angle, craignant d'avoir écrit 40 au lieu de 10, j'ai voulu reprendre cette mesure. Il n'était plus temps; la couronne double était remplacée par une simple de 1° 24, qui, en deux minutes, a augmenté jusqu'à 1° 55′. Elle s'est alors effacée, mais un autre

(1) Le 9 juin, à onze heures, n'étant pas chez moi, j'ai vu, à l'aide d'un stéphanoscope, une magnifique couronne multiple. Celle du premier ordre était aussi vive et toute pareille à celle que montrait la partie du stéphanoscope chargée de lycopode. Celle du second ordre était aussi très-vive et très-bien faite; néanmoins il n'y avait pas de couronne visible du troisième ordre.

nuage est venu à 9^h 39′ former une couronne dont la déviation était à l'origine 2.° 4′. Elle a subsisté, tout en augmentant de diamètre, jusqu'à 9^h 42′. J'ai appris ainsi qu'il ne faut pas perdre du temps à lire et à noter l'angle de déviation d'une couronne du premier ordre, car tout est modifié quand on veut ensuite mesurer la couronne du second ordre. C'est sans doute ce qui est arrivé à Walker-Jordan dans son observation du 25 octobre 1797 (page 218). L'occasion de vérifier le fait s'est présentée à 10^h. J'ai lu et noté, sans trop me hâter, l'heure et la déviation du premier ordre; puis j'ai observé la deuxième, qui était plus que double de la première. A 10^h 7′, j'ai opéré autrement; à peine avais-je lu l'angle 2° 20′ que je me suis mis à mesurer la seconde couronne. J'ai trouvé le double de 2° 20′. Je voulais suivre de l'œil les changements que j'attendais; mais la double couronne s'est effacée presque immédiatement. Ce n'est que dans un air très-calme dans la région des nuages qu'on peut avoir des couronnes durables et d'un diamètre constant; car les observations écrites dans le tableau prouvent que les globules aqueux d'un grand nuage, quoique très-sensiblement inégaux dans ses diverses parties, peuvent néanmoins être assez égaux entre eux dans ces parties, pour faire naître de belles couronnes.

Un moyen tout simple se présente pour observer et mesurer simultanément une couronne multiple, et y reconnaître la loi des nombres 1, 2, 3, 4... Contre l'étroit rebord intérieur d'un tuyau de cuivre, est maintenu, à l'aide d'un anneau élastique ou d'une pièce à vis, un disque de verre blanc dont le centre est couvert d'un petit disque de papier noir. Ce disque, de quatre à cinq millimètres de diamètre, est destiné à garantir l'œil en masquant le soleil; les couronnes paraissent ainsi plus vives et plus nettes. Du centre de cette mouche, avec un compas à plume chargée d'encre de chine épaisse, et avec un rayon de r, $2r$, $3r$, $4r$, millimètres, on décrit un cercle qu'il suffit d'indiquer par des points distants d'un à deux millimètres. Un autre

tuyau, un peu plus étroit pour qu'il entre à frottement gras dans le premier, est ouvert par le bout d'entrée ; il est fermé à l'autre bout par une plaque noire percée d'un trou central de cinq à sept millimètres de diamètre. Dans l'intérieur et contre le fond s'applique et s'introduit à frottement, ou est maintenu par une virole à vis, un disque de liége servant de monture à un stéphanoscope dont on a déterminé la longueur d'ondulation l pour les rayons rouges.

Supposons maintenant qu'on aperçoive une couronne multiple. On enfonce ou l'on tire le tuyau glissant jusqu'à ce que le premier cercle du rayon r couvre exactement le milieu du rouge du premier ordre ; le cercle d'un rayon double couvrira le rouge du second ordre, etc. Soit L la longueur totale intérieure du tuyau, depuis le verre blanc objectif jusqu'à l'œil. On dira L : r :: Rayon : tang. D, ce qui donnera D, puis q par la formule

$$q = \frac{4}{5} \cdot \frac{l}{sin.\,D}.$$

Fixons maintenant les dimensions convenables de ce *stéphanomètre*. Il suffit que la partie visible du verre blanc ait un diamètre de cinquante millimètres. Dans ce cas on prendra $r = 5$. C'est-à-dire que les cercles tracés auront 5, 10, 15 et 20 millimètres de rayon. Pour les plus petites couronnes régulières que j'aie vues jusqu'ici, on a $D = 1^{\circ}\,20'$. Nous prendrons $D = 1^{\circ}\,15'$. Nous aurons donc

$$L = \frac{R \cdot r}{tang.\,D} = \frac{R \cdot 5}{tang.\,1^{\circ}\,15'} = 229{,}15.$$

D'après cela, je donne une longueur totale L de 240 millimètres au tuyau ouvert, et 130 au tuyau fermé.

La plus grande couronne du premier ordre que j'aie eu l'occasion d'observer avait $3^{\circ}\,32'$. Prenons $3^{\circ}\,45'$. Pour l'observer, on

enfoncera le tuyau glissant afin d'amener le rouge sur le cercle de dix millimètres de rayon. La longueur L sera alors

$$L = \frac{R \times 10}{tang.\ 3^{o}\ 45'} = 152{,}57.$$

Or, d'après les dimensions convenues pour les tuyaux, cette condition peut être remplie, et l'on pourra observer de même sur toute couronne ayant une déviation comprise entre 1° 12′ et 4° 24′.

Pour avoir la longueur L dans chaque observation, il suffira d'ajouter la longueur constante du plus large tuyau à la distance de son bord au bord du plus étroit, distance que l'on peut mesurer avec un kutsch (double décimètre divisé en millimètres), ou par des divisions gravées sur le tuyau glissant.

Voici même l'abrégé d'une table des angles D correspondants à diverses longueurs L du stéphanomètre, pour les cas où l'on fait usage du petit cercle dont le rayon est de cinq millimètres.

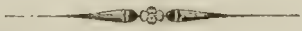
L	D	Différences pour un millim.	L	D	Différences pour un millim.
130	2° 12′ 10″		185	1° 32′ 53″	
		58,8			29,2
135	2 7 16		190	1 30 27	
		54,4			27,8
140	2 2 44		195	1 28 8	
		50,8			26,4
145	1 58 30		200	1 25 56	
		47,4			25,2
150	1 54 33		205	1 23 50	
		44,4			24,0
155	1 50 51		210	1 21 50	
		41,4			22,8
160	1 47 24		215	1 19 56	
		39,2			21,8
165	1 44 8		220	1 18 7	
		36,6			20,8
170	1 41 5		225	1 16 23	
		34,6			20,0
175	1 38 12		230	1 14 43	
		32,8			19,0
180	1 35 28		235	1 13 8	
		31,0			18,4
185	1 32 53		240	1 11 36	

La colonne des différences servira à calculer rapidement l'angle correspondant à une valeur quelconque de L.

Si l'on se sert du rayon de 10, 15, 20... millimètres, il faudra doubler, tripler, quadrupler l'angle donné par la table.

Remplacez le stéphanoscope par un disque de carton noir ou de plomb, percé au centre d'un trou d'épingle, et vous aurez un instrument propre à mesurer les petits angles entre deux objets. Comme alors il faut mettre les deux objets tangents à un cercle, il faut doubler l'angle correspondant au rayon de ce

cercle. Pour ne pas avoir à doubler l'angle, on ôte la mouche, on marque le centre d'un point noir dont on couvre l'un des deux objets. En un mot, cet instrument portatif, soigneusement construit, peut remplacer l'octant, que l'on observe, soit sur le soleil, soit sur une ou deux bougies, etc., mais même en le fixant sur un support solide, il ne saurait conduire à des résultats aussi précis.



Le premier paragraphe de la page 44 renferme une erreur qu'on m'a signalée et que je m'empresse de reconnaître. Il faut donc supprimer les cinq dernières lignes qui commencent par ces mots : Les choses restent les mêmes....

TABLES BAROMÉTRIQUES

SERVANT A RAMENER A UNE TEMPÉRATURE DONNÉE LES HAUTEURS DU BAROMÈTRE OBSERVÉES A UNE TEMPÉRATURE QUELCONQUE;

Par M. Delezenne, Membre résidant.

La mesure exacte de la pression de l'air, des gaz et des vapeurs entre comme donnée indispensable dans la plupart des recherches de chimie, de physique et de météorologie. Elle est ordinairement représentée par la hauteur d'une colonne de mercure qui varie depuis une fraction de millimètre jusqu'à 15 et 20 mètres, et dans le même rapport que la pression tant que sa température et celle de l'échelle qui la mesure restent constantes; mais si cette température change, la hauteur verticale de la colonne de mercure ne mesure plus la pression : il faut la ramener par le calcul à ce qu'elle aurait été si la température n'avait pas changé. Cette correction, toujours indispensable quand on vise à l'exactitude, est souvent négligée ou faite par approximation, parce qu'il faudrait chaque fois s'engager dans des calculs assez courts, à la vérité, mais rebutants par leur répétition. Des tables où elle se trouve exactement faite pour tous les cas possibles sont donc d'une utilité incontestable, et c'est ce qui me détermine à publier celles que j'ai calculées pour mon usage particulier. Dans ce travail de dévouement et de patience, j'ai eu plus particulièrement en vue les observations du baromètre sédentaire. Quand la température, commune

au mercure et à l'échelle de laiton, est exprimée par un nombre entier, la somme ou la différence de deux nombres donne immédiatement le résultat. Dans les autres cas on peut avoir quelques nombres de plus à combiner par addition et soustraction; mais le résultat s'obtiendra toujours en beaucoup moins de temps que par le calcul direct.

Avant d'entrer dans le détail de la construction et de l'usage des tables, j'indiquerai rapidement les principales causes qui peuvent induire en erreur sur la vraie hauteur d'une colonne barométrique et la manière de les écarter, ou d'y avoir égard par des corrections convenables.

L'excellence d'un baromètre bien purgé d'air dépend presque entièrement de la perfection de son échelle. Si une colonne de 760 millimètres, par exemple, verticale et parallèle à l'échelle, est mise avec elle dans une position si peu oblique que l'extrémité inférieure dévie seulement de 10 millimètres, cette colonne prendra une longueur de 760,0657 millimètres, tandis que sa hauteur n'aura pas varié. L'échelle ne doit mesurer que cette hauteur et doit conséquemment être constamment tenue dans une direction bien verticale. Elle doit être en cuivre jaune (laiton) et ses divisions doivent coïncider parfaitement avec celles d'un mètre modèle, quand l'une et l'autre sont à la température de la glace fondante.

Quant au tube, il peut n'être ni droit, ni vertical, ni calibré; c'est une conséquence de ce principe d'hydrostatique, que les liquides se tiennent à la même hauteur dans des vases communiquants et de forme quelconque. On n'a même point à craindre d'erreur sur la correction relative à la température. En effet, le poids de la colonne de mercure est égal à celui d'une colonne d'air de toute l'épaisseur de l'atmosphère et d'un diamètre égal à celui du tube dans le point où il est le plus étroit, car le mercure remplissant les cavités est soutenu par les plans inclinés; à mesure que la chaleur fait alonger la colonne, tout ce qui

passe des renflements tend à alonger davantage cette colonne et à augmenter son poids ; mais en même temps elle se raccourcit pour se maintenir en équilibre de poids avec l'air extérieur.

Un tube de baromètre peut donc être très-large en apparence et ne faire que l'office d'un tube étroit, puisqu'il peut être considéré comme ayant partout un diamètre égal au plus petit.

Si l'on fait osciller la colonne d'un baromètre mal purgé d'air et si l'on remarque quelque part à la surface intérieure du verre une petite bulle d'air, cette bulle reste toujours à la même place, quoique le mercure y passe et repasse plusieurs fois. Ce n'est donc point par frottement que ce fluide circule dans le tube. Quand il descend, il se forme d'abord une cavité dans laquelle il se précipite en se détachant du verre ; au contraire, lorsqu'il monte, son extrémité supérieure extrêmement convexe se renverse en tous sens. Les derniers balancements ne s'observent qu'à la convexité et ne s'étendent point jusqu'au tube, en sorte qu'il n'y a que le cœur de la colonne qui se meuve dans le sens de l'axe. Il est donc très-important de donner à cette partie une grande liberté de mouvement, afin de la rendre sensible aux plus petits changements de pression atmosphérique, et de larges tubes peuvent seuls procurer cet avantage, outre celui qu'ils ont d'exempter de la correction relative à la capillarité.

Les pesanteurs spécifiques des fluides renfermés dans des tubes barométriques sont entre elles dans le rapport inverse des hauteurs auxquelles ils se soutiennent, toutes les autres circonstances étant d'ailleurs les mêmes. On doit donc employer à la construction des baromètres comparables du mercure identique pour tous. C'est le mercure distillé, parfaitement purgé d'air, et dont la pesanteur spécifique, réduite au vide et à la température de la glace fondante, a été trouvée par M. Biot de 13,5995. Quand on ne peut s'en procurer, il faut faire les corrections dont voici la marche.

Soient p la pesanteur spécifique du mercure d'un baromètre, h la hauteur de la colonne observée, x la hauteur de la colonne corrigée, on aura

$$13{,}5995 : p :: h : x \quad \text{d'où} \quad x = \frac{ph}{13{,}5995}.$$

On jugera de l'extrême importance de cette correction par les exemples suivans. Prenons successivement $p = 13{,}6183$, $p = 13{,}5368692$ et $h = 760$; nous aurons respectivement $x = 761{,}05$ et $x = 756{,}49$. Or, le nombre 13,6183 résulte de plusieurs expériences soignées faites par Fischer pour connaître la pesanteur spécifique du mercure parfaitement homogène réduite au vide et à zéro de température, et le nombre 13,5368692 est donné dans le même sens par Hachette; et comme les petites différences qu'ils ont avec celui plus exact de M. Biot tiennent à des causes difficiles à déterminer et produisent déjà plus d'un et près de 4 millimètres d'erreur sur une hauteur moyenne de 760, on doit s'attendre à en faire de plus graves lorsqu'on employera du mercure mal purgé d'air et pris dans le commerce, où il est souvent mêlé d'étain.

Le meilleur baromètre à cuvette n'est exact que lorsque l'échelle ou la cuvette étant mobile, on peut à chaque observation amener la surface du bain de mercure dans le réservoir, à la hauteur du zéro de l'échelle. Dans le cas contraire, lorsqu'il n'est point à niveau constant, il n'est exact qu'à un certain degré de pression atmosphérique, et il est d'autant plus défectueux dans tous les autres degrés, qu'ils sont plus éloignés de celui-là et que la cuvette est plus étroite. On sent en effet que le mercure ne peut monter dans le tube, sans descendre en même temps dans le réservoir, qui le fournit, d'une quantité qu'on néglige et dont il faudrait tenir compte. Le calcul suivant donnera pour tous les cas la mesure de ces erreurs et le moyen de les rectifier.

Supposons le baromètre exact à sa hauteur moyenne. S'il survient un accroissement de pression, le mercure montera dans le tube, au-dessus de la hauteur moyenne, d'une quantité b que l'échelle indiquera, et il baissera en même temps de x millimètres dans le réservoir. Soient R le rayon intérieur de la cuvette, r celui du tube, et a l'épaisseur de ce tube. La surface du bain de mercure sera

$$\pi R^2 - \pi (r + a)^2,$$

π étant le rapport de la circonférence au diamètre. Le volume du mercure introduit dans le tube par l'accroissement de pression sera $\pi r^2 b$. Ce même volume de mercure fourni par le réservoir est encore exprimé par

$$\left\{ \pi R^2 - \pi (r + a)^2 \right\} x,$$

on aura donc

$$\pi \left\{ R^2 - (r + a)^2 \right\} x = \pi r^2 b,$$

d'où $$x = \frac{r^2 b}{R^2 - (r + a)^2}, \quad \text{ou} \quad x = \frac{r^2 b}{R^2 - r^2},$$

en faisant abstraction de l'épaisseur du tube.

Quand le diamètre intérieur de la cuvette vaudra trois fois, par exemple, celui du tube, on aura, en ne tenant point compte de l'épaisseur du tube :

$$x = b \frac{r^2}{9r^2 - r^2} = \frac{1}{8} b.$$

C'est-à-dire qu'il faudra ajouter aux variations observées au-dessus et au-dessous de la hauteur moyenne la huitième partie de ces variations, pour avoir la véritable.

En portant la largeur du réservoir jusqu'à dix fois celle du tube, il y aura encore une erreur d'$\frac{1}{99}$ de la variation observée, ce qui fait plus de deux dixièmes de millimètre quand cette variation est de vingt millimètres seulement. L'on ne peut disconvenir que cette erreur ne soit assez considérable, surtout lorsqu'on applique le baromètre à la mesure des hauteurs. Elle n'est même pas négligeable dans les observations sédentaires correspondantes ou relatives à quelque recherche délicate, comme les marées aériennes, l'influence des changemens de vents, etc.

Néanmoins, quand un baromètre à cuvette est uniquement destiné à donner avec le temps la hauteur moyenne, on peut se dispenser d'avoir égard au mouvement du mercure dans le réservoir, parce qu'en supposant qu'il ait un nombre égal de variations au-dessus et au-dessous de cette hauteur moyenne, ce qui peut avoir lieu en plusieurs années, il s'établit entre les erreurs en sens contraire une compensation qu'on peut regarder comme exacte. Il est bon alors d'avoir une cuvette très-large. Si elle a un diamètre égal à dix-huit fois celui du tube, on se trompera au plus d'un dixième de millimètre dans les variations extrêmes.

On doit rejeter, comme étant à niveau variable et tout-à-fait infidèles, ces nombreux baromètres portatifs à réservoir de peau fermé de toute part. Il en est dont une partie du réservoir étant de verre, permet d'amener le mercure à la hauteur du zéro de l'échelle par le moyen d'une vis de pression qui agit sur la peau ; mais ils ont un défaut que l'on ferait disparaître à l'aide d'une vis échancrée, par laquelle on établirait ou l'on supprimerait à volonté la communication de l'air extérieur avec celui du réservoir.

Considérons un pareil baromètre à réservoir fermé, et supposons que la pression de l'air vienne à augmenter très-peu. L'air extérieur ne pouvant traverser *librement* la peau, ainsi qu'on peut s'en assurer par la pompe pneumatique, le mercure ne montera pas, puisque, d'après notre supposition, l'augmentation de

pression ne suffit pas pour vaincre la résistance de la peau, dont la flexibilité n'est pas absolue. Mais si la pression augmente encore, la peau cédera, l'air intérieur se comprimera, agira sur le mercure du réservoir pour en faire passer dans le tube une quantité telle que son poids, joint à la réaction de l'air intérieur, fera équilibre à la pression de l'atmosphère.

Ce raisonnement ne laisse aucun doute sur l'inconvénient des réservoirs de peau étroits et fermés. On peut encore ajouter que les changemens de température de l'air intérieur du réservoir, en faisant varier sa force élastique, doivent souvent tromper l'observateur sur la véritable cause des petits mouvemens du mercure, ou au moins sur sa valeur.

Un autre défaut inévitable et commun aux baromètres de toutes les formes, mais dont on peut corriger l'effet, est l'attraction capillaire qui déprime d'autant plus la colonne que le tube est plus étroit, ainsi qu'on peut en juger par la table de correction.

Cependant, le baromètre à siphon en est moins affecté que ceux à large réservoir. Dans la grande branche, le mercure et le tube ont une constance de sécheresse qui entraîne celle de l'action capillaire; mais il n'en est pas de même dans la plus petite branche, où l'humidité du tube et du mercure, variant avec l'état hygrométrique de l'air qui les touche sans cesse, détruit l'égalité d'action, s'oppose, par conséquent, à la compensation qui s'établirait sans cette inégalité, et peut donner lieu à des erreurs d'autant plus sensibles que le tube sera plus étroit; mais on peut les faire disparaître entièrement en prenant un tube large de 20 à 30 millimètres.

Cette largeur est encore commandée, comme nous l'avons dit, par la nécessité de donner au mercure toute la mobilité dont il a besoin pour céder de lui-même aux plus petits changements de pression, bien qu'on doive encore l'aider par des chocs.

Les tubes de 6 à 10 millimètres sont actuellement d'un usage

général. Cependant le mercure y est encore très-gêné, car les grandes oscillations qu'on y provoque cessent trop brusquement, ne sont point isochrones, et leur étendue décroît par une progression trop rapide. Si le dernier mouvement est ascendant, le mercure s'arrête avant d'être arrivé à sa vraie hauteur et le baromètre se tient trop bas. Il se tient trop haut si le dernier mouvement du mercure est descendant. Il faut donc le choquer pour forcer le mercure à achever son mouvement. Cette précaution ne suffit pas toujours, surtout si le tube est trop étroit ou s'il est trop étranglé en un de ses points, car en mesurant plusieurs fois la colonne après un balancement suivi de ces chocs, on a des différences qui s'élèvent par fois à près d'un demi-millimètre.

Le meilleur baromètre sédentaire est donc le baromètre à siphon, ayant un large tube dans lequel le mercure aura assez bouilli dans toute sa masse pour le bien purger d'air. L'échelle de cuivre (laiton), parfaitement graduée, bien verticale, armée d'un vernier donnant les vingtièmes de millimètre, doit être assez épaisse pour que ses variations de température suivent simultanément celles du mercure. Le réservoir du thermomètre de correction doit plonger dans le mercure qui remplit un bout de tube de même largeur et épaisseur que celui du baromètre. Sa tige traverse une rondelle de liége qui bouche exactement l'ouverture. Ce même bout de tube doit être en contact avec le tube barométrique et enchassé comme lui dans la monture.

Par ces précautions, le thermomètre de correction n'est ni plus ni moins sensible que le baromètre à l'action du calorique. Cependant, la hauteur moyenne annuelle du baromètre, à la température moyenne de ce thermomètre, n'est pas précisément égale à la vraie hauteur moyenne annuelle que l'on n'obtient qu'après avoir ramené chacune des hauteurs observées à cette température ou à toute autre température convenue. Ainsi, lors même qu'en tenant note des mouvemens d'un ba-

romètre sédentaire, l'on n'aurait en vue que d'en connaître la hauteur moyenne annuelle, il est utile encore d'en ramener chaque fois la colonne observée à une température fixe. Cette correction est indispensable dans toute autre circonstance. Sans elle, on ne peut démêler les véritables causes des oscillations du baromètre; il est impossible d'étudier sa marche diurne, l'influence des changements qui s'opèrent, soit dans l'état hygrométrique de l'air, soit dans la force et la direction du vent, et les prédictions des changements de temps perdent beaucoup de leur probabilité.

Entrons maintenant dans les détails de la correction relative à la chaleur.

Concevons une échelle de cuivre contenant des divisions quelconques, mais égales, et supposons qu'elle soit à la température t, tandis qu'une colonne barométrique dont elle mesure la longueur est à la température t'. Représentons par $\frac{1}{c}$ le coefficient de la dilatation du cuivre pour chaque degré du thermomètre centigrade, par x le nombre de millimètres contenus dans la partie de l'échelle comprise entre les deux extrémités de la colonne, et par y le nombre de millimètres auquel se réduit cette partie de l'échelle quand sa température devient celle de la glace fondante. Il est évident qu'on aura

$$x = y + \frac{1}{c}\,ty = \frac{y}{c}(c + t).$$

Maintenant, si à zéro de température les divisions égales de l'échelle deviennent des millimètres, ce qui est le cas des mesures métriques, le nombre y devient égal au nombre des divisions de l'échelle comprises entre les deux extrémités de la colonne barométrique, laquelle reste à la température t'. Ce nombre de divisions est donné par l'observation directe; en le

représentant par h, l'équation précédente devient

$$x = \frac{h}{c}(c+t).$$

Telle est donc la vraie longueur de la colonne. Soit z la longueur en millimètres à laquelle cette colonne se réduit quand sa température t' descend à zéro, et représentons par $\frac{1}{m}$ le coefficient de la dilatation du mercure pour chaque degré du thermomètre centigrade. La longueur x de la colonne à t' degrés sera encore exprimée par

$$x = z + \frac{1}{m} t' z = \frac{z}{m}(m+t'),$$

donc

$$\frac{h}{c}(c+t) = \frac{z}{m}(m+t') \quad \text{et} \quad z = h.\frac{m}{c}.\frac{c+t}{m+t'} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Telle est la longueur de la colonne quand le mercure et l'échelle sont à la température de la glace fondante.

La *correction* de température, c'est-à-dire la différence entre la longueur primitive h et la longueur z à zéro, est

$$h - z = \frac{h}{c}.\frac{ct' - mt}{m+t'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

d'où

$$z = h - \frac{h}{c}.\frac{ct' - mt}{m+t'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Les températures t et t' peuvent être indifféremment positives ou négatives ; quelles qu'elles soient, l'équation (3) fait voir que, *si la correction calculée est positive, il faut la retrancher de la hauteur* h *observée pour avoir la hauteur* z *à zéro. Il faut l'ajouter si elle est négative.*

La correction est nulle quand $ct' - mt = 0$ ou $\frac{t'}{t} = \frac{m}{c}$.

D'après MM. Dulong et Petit, la dilatation *moyenne* et absolue du mercure est

$\frac{1}{5550}$ entre 0° et 100°, d'où $m = 5550$;

$\frac{1}{5425}$ entre 0° et 200°, d'où $m = 5425$;

$\frac{1}{5300}$ entre 0° et 300°, d'où $m = 5300$.

Remarquons que $\frac{1}{2}(5550 + 5300) = 5425$. D'après cela:

depuis	—25°	jusqu'à	125	on prendra	$m = 5550$;
	125	. . .	175	. . . . .	$m = 5487{,}5$;
	175	. . .	225	. . . . .	$m = 5425$;
	225	. . .	275	. . . . .	$m = 5362{,}5$;
	275	. . .	325	. . . . .	$m = 5300$.

Le coëfficient de la dilatation du laiton est moins bien connu ; il varie sans doute avec la proportion de cuivre rouge et de zinc, car le zinc se dilate beaucoup plus que le cuivre. D'après deux expériences faites en avril et juillet 1782, Lavoisier et Laplace ont trouvé

$\frac{1}{c'} = 0{,}0000186671 = \frac{1}{53570}$, d'où $c' = 53570$;

$\frac{1}{c''} = 0{,}0000188971 = \frac{1}{52918}$, d'où $c'' = 52918$;

Moyenne.... $\frac{1}{c} = 0{,}0000187821 = \frac{1}{53242}$, d'où $c = 53242$.

Pour apprécier l'influence de la différence entre les deux valeurs c' et c'', nous ferons (1)

$$z'' = h\frac{m}{c''}\cdot\frac{c''+t}{m+t'}\,; \quad z' = h\frac{m}{c'}\cdot\frac{c'+t}{m+t'}\,,$$

d'où

$$z''-z' = h\frac{(c'-c'')\,mt}{(m+t')\,c'\,c''}\,.$$

Prenons $t = t' = 5o^{o}$; $c'' = 52918$ et $c' = 53570$; $m = 555o$, nous aurons

$$z''-z' = h\times 0{,}0000114\,,$$

par conséquent, pour des valeurs de h au-dessous de 10,000 millimètres, c'est-à-dire au-dessous de 10 mètres, et des températures au-dessous de $5o^{o}$, l'erreur calculée avec la valeur moyenne $c = 53242$ sera toujours insensible ou très-petite et négligeable.

Par suite d'une erreur de calcul numérique, Lavoisier et Laplace avaient trouvé $m' = 5412$. Ce coëfficient a été longtemps employé. Les expériences exactes de MM. Dulong et Petit l'ont fixé à $m = 555o$. Faisons donc (1)

$$z = h\frac{m}{c}\cdot\frac{c+t}{m+t'}\,; \quad z' = h\frac{m'}{c}\cdot\frac{c+t}{m'+t'}\,,$$

d'où

$$z-z' = h\frac{(m-m')\,(c+t)\,t'}{(m+t')\,(m'+t')\,c}\,.$$

Prenons encore $t = t' = 5o^{o}$, nous aurons $z - z' = h\times 0{,}000357g$. Pour $h = 760$ l'erreur est de plus d'un quart de millimètre.

A défaut de tables donnant les valeurs de la correction

$$\frac{h}{c}\cdot\frac{ct'-mt}{m+t'}$$

on abrège le calcul direct en supprimant au dénominateur le terme t', toujours beaucoup plus petit que m. La correction se réduit alors à $\frac{ht'}{m} - \frac{ht}{c}$ ou à $\frac{h}{m}\left(t' - \frac{t}{10}\right)$ parce qu'on a, à peu près, $c = 10\,m$. L'erreur qui résulte de ce calcul abrégé est

$$\frac{h}{m}\left(t' - \frac{t}{10}\right) - \frac{h}{c}\cdot\frac{ct' - mt}{m + t'} = h\left\{\frac{t'^2}{m\,(m + t')} + \frac{mt}{c\,(m + t')} - \frac{t}{10m}\right\}$$

Pour $t' = 125°$ et $t = -5°$, l'erreur est $h \times 0{,}00049794$; elle n'est tolérable, dans ce cas, que pour des valeurs de h au-dessous de 100 millimètres.

Des tables calculées pour toutes les valeurs expérimentales que peuvent prendre les trois variables h, t' et t qui entrent dans la formule de correction, seraient sans doute fort utiles puisque pour certaines recherches de physique l'échelle est séparée de la colonne de mercure soumise à de grandes variations de température ; mais ces tables seraient si étendues qu'il est préférable de les restreindre en supposant égales les deux variables t' et t comme cela arrive dans les observations barométriques et dans beaucoup d'autres expériences, pourvu toutefois que les tables calculées pour le cas de $t' = t$ puissent donner, pour les autres cas, des résultats encore plus satifaisants que ceux du calcul abrégé ci-dessus. C'est en effet ce qui a lieu, comme nous le ferons voir, et en conséquence les tables ci-après donnent les valeurs de

$$\frac{h}{c}\cdot\frac{ct - mt}{m + t} = h\,\frac{c - m}{c}\cdot\frac{t}{m + t} \quad \ldots\ldots \quad (4).$$

pour toutes les valeurs expérimentales de t et de h. La première colonne contient les valeurs de h que fournit l'observation, les autres colonnes font connaître les corrections correspondantes à

toutes les températures comprises entre — 20° et 40°. La dernière colonne renferme les parties proportionnelles pour les fractions de degré.

On ne doit point oublier que pour ramener à la température zéro de la glace fondante une colonne observée h à une température quelconque $\pm t$, il faut

Ajouter la correction à h si la température t est négative, c'est-à-dire au-dessous de zéro;

Retrancher la correction de h si la température t est positive, c'est-à-dire au-dessus de zéro.

Les tables ainsi construites serviront encore pour des températures en dehors des limites — 20° et + 40°; mais les résultats seront affectés d'une erreur qu'il faut calculer pour savoir où il convient de s'arrêter.

Soit h une hauteur observée à la température T° supérieure à la limite t des tables. Sa valeur ramenée à 0° est exactement

$$z = h \cdot \frac{m}{c} \cdot \frac{c + \mathrm{T}}{m + \mathrm{T}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5).$$

Pour faire usage des tables, on opérera d'abord comme si le zéro était transporté à la limite t; on aura ainsi

$$z' = h \cdot \frac{m}{c} \cdot \frac{c + (\mathrm{T} - t)}{m + (\mathrm{T} - t)},$$

puis on ramènera z' à 0°, ce qui donnera

$$z'' = h \cdot \frac{m}{c} \cdot \frac{c + (\mathrm{T} - t)}{m + (\mathrm{T} - t)} \times \frac{m}{c} \cdot \frac{c + t}{m + t}.$$

L'erreur résultant de ce procédé sera

$$z - z'' = h \cdot \frac{m}{c} \left\{ \frac{c + \mathrm{T}}{m + \mathrm{T}} - \frac{m}{c} \cdot \frac{c + t}{m + t} \cdot \frac{c + \mathrm{T} - t}{m + \mathrm{T} - t} \right\};$$

Développant et réduisant, il vient

$$z - z'' = h\,\frac{m(c-m)(m+c+\mathrm{T})(\mathrm{T}-t)\,t}{c^2\,(m+t)(m+\mathrm{T})(m+\mathrm{T}-t)}.$$

Cette erreur est nulle quand $t = 0$ et quand $\mathrm{T} - t = 0$, ce qui doit être.

Pour suivre ce procédé par les tables, on ne peut pas prendre T plus grand que $2t$, ou plus grand que 80°; faisons donc $\mathrm{T} = 2t$, il viendra

$$z - z'' = h\,\frac{m(c-m)(m+c+2t)t^2}{c^2\,(m+t)^2\,(m+2t)}.$$

Pour $t = 40°$, on trouve $z - z'' = h \times 0{,}000049984$. Pour une colonne h d'un mètre, l'erreur serait de 5 centièmes de millimètre. Elle sera toujours très-petite et négligeable pour toutes les hauteurs du baromètre sédentaire et pour des températures T de quelques degrés au-dessus de la limite $t = 40°$.

Dans le cas où l'on aurait $\mathrm{T} > 2t$, on opérerait comme il suit. Supposons qu'il fallût diviser T par n pour rentrer dans la table; on ferait successivement

$$z' = h\,\frac{m}{c}\cdot\frac{c+\frac{1}{n}\mathrm{T}}{m+\frac{1}{n}\mathrm{T}},$$

$$z'' = z'\,\frac{m}{c}\cdot\frac{c+\frac{1}{n}\mathrm{T}}{m+\frac{1}{n}\mathrm{T}},$$

$$z''' = z'' \frac{m}{c} \cdot \frac{c + \frac{1}{n} T}{m + \frac{1}{n} T},$$

.....

$$z^{(n)} = z^{(n-1)} \frac{m}{c} \cdot \frac{c + \frac{1}{n} T}{m + \frac{1}{n} T},$$

d'où, en multipliant par ordre,

$$z^{(n)} = h \frac{m^n \left(c + \frac{1}{n} T\right)^n}{c^n \left(m + \frac{1}{n} T\right)^n}.$$

L'erreur sera donc

$$z - z^{(n)} = h \left\{ \frac{m}{c} \cdot \frac{c + T}{m + T} - \frac{m^n}{c^n} \cdot \frac{\left(c + \frac{1}{n} T\right)^n}{\left(m + \frac{1}{n} T\right)^n} \right\}.$$

Faisons $T = 120^\circ$. Pour rentrer dans la table il faut faire $n = 3$, et l'on trouve

$$z - z^{(n)} = h \times 0{,}0001555.$$

Soit encore $T = 200^\circ$, alors $n = 5$ et l'erreur est $h \times 0{,}00050$, en calculant toujours avec $m = 5550$.

Pour des valeurs de h plus grandes que 1000 millimètres ou 1 mètre, ces erreurs ne seraient pas négligeables.

La correction exacte est

$$h\,\frac{c-m}{c}\cdot\frac{\mathrm{T}}{m+\mathrm{T}}.$$

Elle serait proportionnelle à T, ainsi qu'on le suppose à tort dans le calcul généralement usité, si T n'entrait pas au dénominateur. Divisons donc T par n pour rentrer dans la table puis multiplions le résultat par n, nous aurons

$$h\,\frac{c-m}{c}\cdot\frac{\mathrm{T}}{m+\frac{1}{n}\mathrm{T}}$$

et l'erreur sera

$$h\,\frac{c-m}{c}\left\{\frac{\mathrm{T}}{m+\frac{1}{n}\mathrm{T}}-\frac{\mathrm{T}}{m+\mathrm{T}}\right\}=h.\,\frac{c-m}{c}\times\frac{(n-1)\,\mathrm{T}^2}{(m+\mathrm{T})\,(mn+\mathrm{T})}.$$

Faisons $\mathrm{T}=120$ et $n=3$, l'erreur sera $h\times 0{,}000271{3}$.

Pour $\mathrm{T}=200$ et $n=5$, l'erreur est $h\times 0{,}000891{8}$.

Cette méthode est plus expéditive que la précédente; mais elle conduit à une erreur presque double.

Une colonne h est à une température T qui ne passe pas les limites des tables; on veut la ramener à t^0 aussi dans les limites.

Abaissons d'abord cette colonne à 0°. Nous aurons

$$z = h.\ \frac{m}{c}.\ \frac{c + \mathrm{T}}{m + \mathrm{T}}.$$

Pour la porter à t°, on aura

$$z' = z \times \frac{c}{m}.\ \frac{m + t}{c + t},$$

d'où

$$z' = \frac{(c + \mathrm{T})(m + t)}{(c + t)(m + \mathrm{T})} \quad \ldots\ldots \quad (6).$$

Il y a donc deux opérations successives à faire avec les tables pour obtenir le résultat exact. Si l'on veut abréger, au risque de faire une légère erreur, on abaissera la colonne de T à t en transportant à t le zéro des tables. Cela donnera

$$z'' = h\,\frac{m}{c}.\ \frac{c + \mathrm{T} - t}{m + \mathrm{T} - t};$$

l'erreur sera donc

$$z' - z'' = h \times \frac{(c - m)(c + m + \mathrm{T})(\mathrm{T} - t)\,t}{c\,(c + t)\,(m + \mathrm{T})\,(m + \mathrm{T} - t)}.$$

Soient $\mathrm{T} = 40^\circ$ et $t = 20^\circ$. On a

$$z' - z'' = h \times 0{,}00001271.$$

Cette erreur sera toujours peu sensible tant que h ne surpassera pas un mètre.

Soient encore $\mathrm{T} = 80$ et $t = 40$,
on aura $z' - z'' = h \times 0{,}000050$. Cette erreur est encore tolérable pour des valeurs de h au-dessous d'un mètre.

Pour faire usage des tables quand l'échelle et la colonne h de mercure sont à des températures différentes, opérez comme il suit :

Prenez dans les tables la correction correspondante à la température t' du mercure. Prenez le neuvième (ou, plus brièvement, mais moins exactement, le dixième) de la correction correspondante à la différence $t' - t$ des deux températures. La somme *algébrique* (c'est-à-dire, en ayant égard aux signes) de ces deux quantités sera la correction cherchée.

La correction exacte est

$$\frac{h}{c} \cdot \frac{ct' - mt}{m + t'} = \frac{h}{c} \left\{ \frac{ct'}{m+t'} - \frac{mt}{m+t'} \right\} = \text{A}.$$

La correction, d'après la règle ci-dessus, sera

$$\frac{h}{c} \left\{ \frac{ct' - mt'}{m+t'} - \frac{mt'}{m+t'} \right\} +$$

$$+ \frac{h}{c} \left\{ \frac{c(t'-t)}{9(m+t'-t)} - \frac{m(t'-t)}{9(m+t'-t)} \right\} = \text{B}.$$

L'erreur sera donc

$$\text{A} - \text{B} = \frac{h}{c}(t'-t) \left\{ \frac{m}{m+t'} - \frac{c-m}{9(m+t'-t)} \right\}.$$

Prenons $t' = 125°$ et $t = -5°$. Nous aurons

$$\text{A} - \text{B} = h \times 0{,}000109856.$$

L'erreur A — B, étant à peu près proportionnelle à la différence $t' - t$ des températures, sera toujours négligeable pour des valeurs de h au-dessous d'un mètre.

Quand on observe le baromètre sédentaire dans l'unique but de connaître sa hauteur moyenne annuelle, on se dispense ordinairement de faire la correction de température à chaque observation, et l'on suppose que la moyenne obtenue pourra être considérée comme étant à la température moyenne annuelle du thermomètre adapté au baromètre. Cela serait vrai, en effet, si la même variation du baromètre se répétait un nombre pair de fois dans le cours de l'année, et si en même temps l'une des deux variations égales avait lieu pour *n* degrés au-dessus de la température moyenne et l'autre pour *n* degrés au-dessous. Entre les tropiques, où les variations du baromètre sont très-peu étendues et fort régulières, on peut compter sur de semblables causes de compensation, mais il est fort douteux qu'elles s'obtiennent dans nos climats, où la température est si variable et où les oscillations irrégulières du baromètre s'étendent parfois à trente millimètres, soit au-dessus soit au-dessous de la hauteur moyenne. La hauteur moyenne ainsi obtenue sera donc très-probablement affectée d'une erreur sensible, et comme elle ne peut servir à rien si l'on n'a en même temps la température moyenne annuelle du baromètre sédentaire, température moyenne toujours plus élevée que celle de l'air extérieur, on est astreint à tenir note, à chaque observation, de la température du baromètre, ce qui, tout considéré, exige plus de temps que de faire immédiatement la correction exacte par les tables.

On a aussi proposé, pour le baromètre sédentaire, un mode de correction très-rapide, mais trop peu exact pour être suivi sans restriction par un observateur scrupuleux. Il consiste à diviser la distance de 0° à 100° sur l'échelle du thermomètre, en autant de parties égales qu'il y a de dixièmes de millimètre dans l'alongement que prend la colonne barométrique moyenne en passant de l'une à l'autre de ces températures. Comme chaque division peut se partager à vue en dixièmes, on a la correction à un ou à deux centièmes de millimètre près; mais elle

n'est exacte que pour le seul cas de la hauteur moyenne qui a servi de base à la graduation de l'échelle ; car on néglige dans les autres la correction sur la différence entre cette hauteur moyenne et la hauteur réelle. D'après cela, si au lieu de ramener ainsi la colonne à 0° on la ramenait à la température moyenne annuelle du baromètre, on retomberait exactement dans le cas précédent.

Ce mode de correction mérite néanmoins d'être soumis au calcul pour en apprécier l'utilité, car il fait gagner le temps consacré à chercher dans une table à double entrée le nombre correspondant à deux autres.

Soient donc

t la température moyenne annuelle du baromètre ;
z la hauteur moyenne annuelle du baromètre à la tempéture t;
h ce que devient z à la température T.

On aura (6)

$$z = h\,\frac{(c+\mathrm{T})\,(m+t)}{(m+\mathrm{T})\,(c+t)} \quad \text{d'où} \quad h = z\,\frac{(m+\mathrm{T})\,(c+t)}{(c+\mathrm{T})\,(m+t)}.$$

L'étendue de la dilatation, ou la correction exacte, est donc

$$h - z = z\,\frac{(c-m)\,(\mathrm{T}-t)}{(m+t)\,(c+\mathrm{T})}. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7).$$

Cela posé. Soit A la distance de t^0 à T° sur l'échelle du thermomètre adapté au baromètre. Si l'on divise A en $h - z$ parties égales, chaque partie indiquera combien de millimètres il faudra retrancher de h pour avoir la vraie hauteur moyenne ramenée à t^0. Si l'on divise A en 10 $(h - z)$ parties égales, on aura les dixièmes de millimètre et à vue les centièmes. Si donc la pression de l'air était constante, la correction de température se ferait à l'aide de cette échelle d'une manière commode,

exacte à 1 ou 2 centièmes de millimètres près, et plus rapide qu'à l'aide des tables.

Pour avoir le nombre des divisions de l'échelle comprises entre les termes 0° de la glace fondante et 100° de l'eau bouillante, nous ferons dans (7) $T = 100$ et $t = 0$, ce qui donnera

$$h - z = z \frac{100\,(c - m)}{m\,(c + 100)} = z \times 0{,}01612.$$

Soit $z = 75$, alors $h - z = 12{,}2028\,4$ millimètres ou $h - z = 122$ dixièmes de millimètre. Il faudra donc diviser la distance de 0° à 100° en 122 parties égales. Il y aura 20 de ces parties entre 0° et 16°,39. Or 16°,39 doit peu différer de la température moyenne annuelle d'un baromètre suspendu dans un cabinet chauffé pendant l'hiver. La valeur de t étant ainsi fixée, on écrira zéro à la division correspondante sur la nouvelle échelle.

Il est évident que cette échelle indiquera toujours la même correction à faire pour une température T, quelle que soit d'ailleurs la hauteur du baromètre. On néglige donc en l'employant la correction sur la différence entre la hauteur observée et la hauteur moyenne.

Soient H la hauteur observée à T° et Z cette hauteur ramenée à t°. La correction exacte sera (7)

$$H - Z = Z \frac{(c - m)(T - t)}{(m + t)(c + T)}.$$

La correction réellement faite par l'échelle auxiliaire n'est que de

$$h - z = z \frac{(c - m)(T - t)}{(m + t)(c + T)}.$$

L'erreur sera donc :

$$(H - Z) - (h - z) = (Z - z)\frac{(c - m)(T - t)}{(m + t)(c + T)}.$$

Pour avoir la limite supérieure probable de cette erreur, nous ferons $Z - z = 30$, ce qui est à peu près la plus grande variation du baromètre dans nos climats; $T = 35$, ce qui est à peu près la plus grande chaleur de l'été; et $t = 17$. L'erreur sera donc :

$$30\,\frac{(c - m) \cdot 18}{(m + 17)(c + 35)} = 0{,}087.$$

Ainsi, l'erreur à craindre sera tout au plus d'un dixième de millimètre dans les cas extraordinaires; elle ne sera que de deux à quatre centièmes de millimètre dans les variations ordinaires du baromètre. Dans une foule de recherches on peut employer sans inconvénient une hauteur barométrique en erreur d'une aussi petite fraction. Dans les recherches délicates, comme, par exemple, celle des mouvements horaires du baromètre, il faut faire usage des tables. On doit même encore avoir recours aux tables quand les observations ont pour but de déterminer *avec précision* la hauteur moyenne annuelle.

Les corrections données par les tables sont exactes à moins d'une demi-unité sur le troisième chiffre décimal, car je les ai calculées avec six chiffres décimaux.

Il me reste à montrer l'usage des tables par des exemples pris dans tous les cas qui peuvent se présenter et dont voici le tableau.

- L'échelle et la colonne de mercure sont à des températures
  - égales
    - dans les limites — 20° + 40° et les valeurs de h sont
      - dans les limites de 700 à 800 millimèt.s. (1.er cas).
      - hors des limites de 700 à 800 millimèt.s. (2.e cas).
    - hors des limites — 20° + 40° et les valeurs de h sont
      - dans les limites de 700 à 800 millimèt.s. (3.e cas).
      - hors des limites de 700 à 800 millimèt.s. (4.e cas).
  - inégales
    - dans les limites — 20° + 40° et les valeurs de h sont
      - dans les limites de 700 à 800 millimèt.s. (5.e cas).
      - hors des limites de 700 à 800 millimèt.s. (6.e cas).
    - hors des limites — 20° + 40° et les valeurs de h sont
      - dans les limites de 700 à 800 millimèt.s. (7.e cas).
      - hors des limites de 700 à 800 millimèt.s. (8.e cas).

1.er CAS.

Exemple 1.

Soit $759^{m},37$ à $28°,75$ à ramener à 0°.

La correction pour 759 millimètres à 28° est. . . .	3,413
ajoutez 0,084 pour 0°,7 et 0,060 pour 0°,05; total. .	0,144
Somme. . .	3,557
à retrancher de. . .	759,370
Résultat. . .	755,813

Exemple 2.

Soit 770,827 à — 13°,4 à ramener à 0°.

La correction additive pour 771 à — 13° est. . . .	1,621
ajoutez, pour 4 dixièmes de degré.	0,050
Somme. . .	1,671
qu'il faut ajouter à. . .	770,827
Résultat. . .	772,498

Exemple 3.

Soit 765,234 à 15° à porter à 34°.

On ramène d'abord à 0° la colonne.	765,234
en retranchant la correction pour 15°, savoir. . . .	1,847
et l'on porte le reste.	763,387
à 34° en ajoutant la correction pour 34°, savoir. .	4,161
Le résultat exact est.	767,548

Nota. Si l'on veut abréger, on portera. 765,234
de 0° à 19° = 34 — 15, en ajoutant. 2,307

Résultat très-approché. . 767,541

Exemple 4.

Soit 768,804 à porter de + 17° à — 12°.
On ramènera d'abord la colonne. 768,804
à 0° en retranchant la correction pour 769 à 17°,
savoir : 2,104

puis on portera le reste. 766,700
à — 12° en retranchant la correction pour 767
à — 12°, savoir. 1,489

Résultat exact. . . 765,211

Nota. Si l'on veut abréger, on portera. 768,804
de 29° = 17 + 12 à 0° en retranchant. 3,581

Résultat moins exact. . . 765,223

Exemple 5.

Soit 787,870 à — 11°,3 qu'il faut porter à + 23,9, 787,870
La correction additive pour 788 à — 11°,3
est 1,402 + 0,038 ou. 1,440

Il reste à porter la somme. 789,310
de 0° à 23°,9 en ajoutant 2,917 + 0,112, ou. . . . 3,029

Résultat exact. . . 792,339

Nota. On peut abréger en portant la colonne. . . . 787,870
de 0° à 23°,9 + 11°,3 = 35°,2,
en ajoutant 4,480 + 0,025, ou. 4,505

Résultat moins exact. . . 792,375

Exemple 6.

Soit à porter 777,42 de + 12,°25 à — 8°,64. . .	777,420
On abaisse la colonne de 12°,25 à 0°,	
en retranchant 1,502 + 0,025 + 0,062, ou	1,589
Il reste à abaisser la colonne.	775,831
de 0° à — 8,64, .	
en retranchant 1,003 + 0,075 + 0,050, ou.	1,128
Résultat exact. . .	774,703
Nota. On peut abréger en portant tout de suite la colonne.	777,420
de 12°,25 + 8,64 = 20°,89 à zéro,	
en retranchant 2,499 + 0,099 + 0,111 ou..	2,709
Résultat moins exact. . .	774,711

J'ai multiplié les exemples pour le 1.er cas, parce qu'on peut y ramener tous les autres.

2.e CAS.

Exemple 1.

Soit une colonne de 300 millimètres à ramener de — 6,4 à 0°. La différence des corrections 0,339 à 7°, et 0,291 à 6°, est 0,048 pour 1°, et par conséquent 0,048 × 0,4 ou 0,0192 pour 0°, 4. Donc la correction à ajouter à 300 est 0,291 + 0,019. Résultat, 300,310.

Exemple 2.

Soit 48,2 à ramener de 21°,6 à 0°. On transformera 48,2 en 748,2 — 700 pour avoir des nombres renfermés dans les tables et sur lesquels on opérera séparément.

Exemple 3.

Soit $h = 3859$ millimètres. On fera $h = 3000 + 100 + 759$, et l'on opérera séparément sur chacun de ces nombres renfermés dans les tables.

En général, il faut décomposer le nombre proposé en plusieurs autres renfermés dans les tables, comme l'indiquent les nombres suivants.

Soit $h = 1749{,}6$ on fera $h = 1000 + 749{,}6$.
$h = 8888{,}3$ $h = 8000 + 100 + 788{,}3$.
$h = 18189$ $h = 10000 + 8000 + 789 - 600$.
$h = 30017$ $h = 30000 + 717 - 700$.

Exemple 4.

Soit $h = 76482$. On opérera sur $764{,}82$ et l'on multipliera par 100 le résultat.

En général, on peut décomposer le nombre en deux facteurs dont l'un soit une puissance de 10 ou de $\frac{1}{10}$ et opérer sur l'autre facteur. On transporte ensuite la virgule à droite ou à gauche dans le résultat pour avoir le résultat définitif. Voici quelques exemples préparés de cette manière :

Soit $h = 79$ on fera $h = 790 \times \frac{1}{10}$.
$h = 8888{,}3$ $h = 888{,}83 \times 10 = (100 + 788{,}83) \times 10$.
$h = 18189$ $h = 181{,}89 \times 100 = (781{,}89 - 600) \times 100$.
$h = 30017$ $h = (300{,}17) \times 100 = (700{,}17 - 400) \times 100$.
$h = 74{,}625$ $h = (746{,}25)\frac{1}{10}$.
$h = 3{,}47$ $h = 347 \times \frac{1}{100} = (747 - 400)\frac{1}{100}$

Ces exemples sur le 2.e cas me dispenseront d'en donner sur les 4.e, 6.e et 8.e cas.

3.e CAS.

Exemple 1.

Soit 711,37 à ramener de 46° à 0°. On abaissera ce nombre de 6° à 0°, et le résultat de 40° à 0°. Ou bien on abaissera 711,37 de 40° à 0°, et le résultat de 6° à 0°.

Exemple 2.

Soit 708,09 à faire passer de — 23° à + 47.

On fera passer 708,09	de — 20° à 0°. Résultat. . .	710,384
puis le résultat	de — 3° à 0°	710,728
puis le résultat	de 0° à 40°	715,285
puis enfin le résultat	de 0° à 7°. Rés. définitif.	716,092
	Le résultat rigoureux est.	716,056
	L'erreur est donc	0,036

On arrivera à un résultat plus exact en abrégeant l'opération comme il suit :

On opérera sur 708.

La correction additive pour	— 3° est.	0,343
	— 20.	2,294
	+ 40.	4,538
	+ 7.	0,799
	Somme. .	7,974
	à ajouter à. . .	708,090
	Résultat. . .	716,064

On peut encore abréger comme il suit :

Correction pour 30°.	3,410
40°.	4,538
Somme, pour. . 70°.	7,948

On peut encore abréger en prenant pour correction le double 7,948 de la correction 3,974 pour $\frac{1}{2}$ 70° ou 35°. Enfin, si l'on peut se contenter d'une approximation, on prendra pour correction le décuple 8,44 de la correction pour 7°.

Exemple 3.

Soit 733,41 à ramener de 83°,4 à 0°.

On opère d'abord sur 733,41 pour 3°,4. 1.er résultat.. 733,008
puis sur le résultat, pour 40°. . . . 2.e résultat.. 728,310
puis sur le résultat, pour 40°.. Résultat définitif.. 723,644
Résultat rigoureux.. 723,684
Différence.. 0,040

On peut abréger en retranchant de 733,41 la somme des corrections correspondantes aux températures 3°,4, 40° et 40°. C'est-à-dire 0,402 + 2 × 4,698. Résultat. . . 723,612

On obtient rapidement le résultat 723,42 moins exact, en décuplant la correction 0,992 pour 8°,34.

5.e cas (page 111).

Exemple 1.

Soit une colonne de 728,08 de mercure à 31°, mesurée avec une échelle de laiton à 0°, et qu'il faut ramener de 31° à 0°.

La correction soustractive donnée par les tables, à 31° du mercure, est. . . . . —3,622
Le 9.e de la correction 3,622, également soustractive pour la différence + 31° — 0° = 31° est. . . . —0,402

Somme algébrique ou correction totale. . . —4,024
à retrancher, d'après son signe, de. . . 728,080

Résultat. . . 724,056

Exemple 2.

Soit encore $728^{m},08$ de mercure à 31°, l'échelle étant à 9°.

La correction soustractive à 31° du mercure est. . .	—3,622
Le 9.e de la correction soustractive 2,575 à + 31 — 9 = 22° est.	—0,286
Somme algébrique ou correction totale. . .	—3,908
à retrancher, d'après son signe, de. . .	728,080
Résultat. . .	724,172

Exemple 3.

Soit 728,08 de mercure à 0°, l'échelle étant à 29°.

La correction à 0° du mercure est.	0,000
Le 9.e de la correction additive 3,576 pour la différence + 0 — 29 = — 29 est..	+0,397
Somme. . .	0,397
à ajouter à. . .	728,080
Résultat. . .	728,477

Exemple 4.

Soit 728,08 à — 18°, l'échelle étant à — 5°.

La correction additive à — 18° du mercure est . .	+2,122
Le 9.e de la correction additive 1,531 pour la différence — 18° + 5° = — 13° est.	+0,170
Somme. . .	2,292
à ajouter à. . .	728,080
Résultat. . .	730,372

Exemple 5.

Soit 728,08 à — 7°, l'échelle étant à — 19°.

La correction additive pour la température — 7° est.	+ 0,824
Le 9.e de la correction soustractive pour la température — 7 + 19 = 12, est.	— 0,156
Somme algébrique. . .	+ 0,668
à ajouter, d'après son signe, à. . .	728,080
Résultat. . .	728,748

Exemple 6.

Soit 728,08 à — 15°, l'échelle étant à 4°.

La correction additive pour — 15° est.	+ 1,767
Le 9.e de la correction pour — 15 — 4 = — 19, est	+ 0,249
Somme. . .	2,016
à ajouter à. . .	728,080
Résultat. . .	730,096

Exemple 7.

Soit 728,08 à + 8° l'échelle étant à — 20°.

La correction soustractive pour + 8° est.	— 0,939
Le 9.e de la correction additive 3,273 pour + 8 + 20 = + 28 est.	+ 0,364
Somme algébrique. . .	— 0,575
à retrancher, d'après son signe, de. . .	728,080
Résultat. . .	727,505

Exemple 8.

Soit 728,08 à 4°, l'échelle étant à — 36°.

La correction soustractive pour + 4° est.	—0,470
Le 9.e de la correction additive 4,666 pour la différence + 4 + 36 = 40° est.	+0,518
Somme algébrique. . .	+0,048
qu'il faut ajouter à. . .	728,080
Résultat. . .	728,128

D'après les exemples donnés pour le 5.e cas et les précédens, il est inutile d'en donner pour les 4.e, 6.e, 7.e et 8.e cas.

	−20°	−19°	−18°	−17°	−16°	−15°	−14°	−13°	−12°	−11°	−10°	−9°		
100	0,324	0,308	0,291	0,275	0,259	0,243	0,227	0,210	0,194	0,178	0,162	0,145		
200	0,648	0,615	0,583	0,550	0,518	0,486	0,453	0,421	0,388	0,356	0,323	0,291		
300	0,972	0,923	0,874	0,826	0,777	0,728	0,680	0,631	0,582	0,534	0,485	0,436		
400	1,296	1,231	1,166	1,101	1,036	0,971	0,906	0,841	0,776	0,712	0,647	0,582		
500	1,620	1,539	1,457	1,376	1,295	1,214	1,133	1,052	0,970	0,889	0,808	0,727		
600	1,944	1,846	1,749	1,651	1,554	1,457	1,359	1,262	1,165	1,067	0,970	0,873		
700	2,268	2,154	2,040	1,927	1,813	1,699	1,586	1,472	1,359	1,245	1,132	1,018		
800	2,592	2,462	2,332	2,202	2,072	1,942	1,812	1,682	1,553	1,423	1,294	1,164		
900	2,916	2,769	2,623	2,477	2,331	2,185	2,039	1,893	1,747	1,601	1,455	1,309		
701	2,271	2,157	2,043	1,929	1,815	1,702	1,588	1,474	1,361	1,247	1,133	1,020		
2	2,274	2,160	2,046	1,932	1,818	1,704	1,590	1,476	1,363	1,249	1,135	1,021	1	011
3	2,277	2,163	2,049	1,935	1,821	1,707	1,592	1,478	1,365	1,251	1,137	1,023	2	023
4	2,281	2,166	2,052	1,938	1,823	1,709	1,595	1,481	1,366	1,252	1,138	1,024	3	034
5	2,284	2,169	2,055	1,940	1,826	1,711	1,597	1,483	1,368	1,254	1,140	1,026	4	046
6	2,287	2,172	2,058	1,943	1,828	1,714	1,599	1,485	1,370	1,256	1,141	1,027	5	057
7	2,290	2,175	2,061	1,946	1,831	1,716	1,602	1,487	1,372	1,258	1,143	1,029	6	068
8	2,294	2,179	2,064	1,949	1,834	1,719	1,604	1,489	1,374	1,259	1,145	1,030	7	080
9	2,297	2,182	2,066	1,951	1,836	1,721	1,606	1,491	1,376	1,261	1,146	1,032	8	091
													9	103
710	2,300	2,185	2,069	1,954	1,839	1,724	1,608	1,493	1,378	1,263	1,148	1,033		
1	2,303	2,188	2,072	1,957	1,841	1,726	1,611	1,495	1,380	1,265	1,150	1,034	1	012
2	2,306	2,191	2,075	1,960	1,844	1,728	1,613	1,497	1,382	1,267	1,151	1,036	2	023
3	2,309	2,194	2,078	1,962	1,847	1,731	1,615	1,499	1,384	1,268	1,153	1,037	3	035
4	2,313	2,197	2,081	1,965	1,849	1,733	1,617	1,502	1,386	1,270	1,154	1,039	4	046
5	2,316	2,200	2,084	1,968	1,852	1,736	1,620	1,504	1,388	1,272	1,156	1,040	5	058
6	2,320	2,203	2,087	1,971	1,854	1,738	1,622	1,506	1,390	1,274	1,158	1,042	6	069
7	2,323	2,206	2,090	1,973	1,857	1,741	1,624	1,508	1,392	1,275	1,159	1,043	7	081
8	2,326	2,209	2,093	1,976	1,860	1,743	1,626	1,510	1,394	1,277	1,161	1,045	8	092
9	2,329	2,212	2,096	1,979	1,863	2,745	1,629	1,512	1,396	1,279	1,163	1,046	9	104
720	2,333	2,216	2,099	1,982	1,865	1,748	1,631	1,514	1,398	1,281	1,164	1,048		
1	2,336	2,219	2,101	1,984	1,867	1,751	1,633	1,516	1,399	1,283	1,166	1,049	1	012
2	2,339	2,222	2,104	1,987	1,870	1,753	1,636	1,518	1,401	1,284	1,167	1,050	2	023
3	2,342	2,225	2,107	1,990	1,872	1,755	1,638	1,521	1,403	1,286	1,169	1,052	3	035
4	2,347	2,228	2,110	1,993	1,875	1,758	1,640	1,523	1,405	1,288	1,171	1,053	4	047
5	2,349	2,231	2,113	1,995	1,878	1,760	1,642	1,525	1,407	1,289	1,172	1,055	5	059
6	2,352	2,234	2,116	1,998	1,880	1,762	1,645	1,527	1,409	1,291	1,174	1,056	6	070
7	2,355	2,237	2,119	2,001	1,883	1,765	1,647	1,529	1,411	1,293	1,175	1,058	7	082
8	2,358	2,240	2,122	2,004	1,885	1,767	1,649	1,531	1,413	1,295	1,177	1,059	8	094
9	2,362	2,243	2,125	2,006	1,888	1,770	1,651	1,333	1,415	1,297	1,179	1,061	9	105
	−20°	−19°	−18°	−17°	−16°	−15°	−14°	−13°	−12°	−11°	−10°	−9°		

	−20°	−19°	−18°	−17°	−16°	−15°	−14°	−13°	−12°	−11°	−10°	−9°		
730	2,365	2,246	2,128	2,009	1,891	1,772	1,654	1,535	1,417	1,299	1,180	1,062		
1	2,368	2,249	2,131	2,012	1,893	1,775	1,656	1,537	1,419	1,300	1,182	1,064	1	012
2	2,371	2,252	2,133	2,015	1,896	1,777	1,658	1,539	1,421	1,302	1,184	1,065	2	024
3	2,375	2,256	2,136	2,017	1,898	1,779	1,660	1,542	1,423	1,304	1,185	1,066	3	035
4	2,378	2,259	2,139	2,020	1,901	1,782	1,663	1,544	1,425	1,306	1,187	1,068	4	047
5	2,381	2,262	2,142	2,023	1,903	1,784	1,665	1,546	1,427	1,307	1,188	1,069	5	059
6	2,384	2,265	2,145	2,026	1,906	1,787	1,667	1,548	1,429	1,309	1,190	1,071	6	071
7	2,388	2,268	2,148	2,028	1,909	1,789	1,670	1,550	1,430	1,311	1,192	1,072	7	083
8	2,391	2,271	2,151	2,031	1,911	1,792	1,672	1,552	1,432	1,313	1,193	1,074	8	094
9	2,394	2,274	2,154	2,034	1,914	1,794	1,674	1,554	1,434	1,315	1,195	1,075	9	106
740	2,397	2,277	2,157	2,037	1,916	1,796	1,676	1,556	1,436	1,316	1,196	1,077		
1	2,401	2,280	2,160	2,039	1,919	1,799	1,679	1,558	1,438	1,318	1,198	1,078	1	012
2	2,404	2,283	2,163	2,042	1,922	1,801	1,681	1,561	1,440	1,320	1,200	1,079	2	024
3	2,407	2,286	2,166	2,045	1,924	1,804	1,683	1,563	1,442	1,322	1,201	1,081	3	036
4	2,410	2,289	2,168	2,048	1,927	1,806	1,685	1,565	1,444	1,324	1,203	1,082	4	048
5	2,414	2,292	2,171	2,050	1,929	1,809	1,688	1,567	1,446	1,325	1,205	1,084	5	060
6	2,417	2,296	2,174	2,053	1,932	1,811	1,690	1,569	1,448	1,327	1,206	1,085	6	072
7	2,420	2,299	2,177	2,056	1,935	1,813	1,692	1,571	1,450	1,329	1,208	1,087	7	084
8	2,423	2,302	2,180	2,059	1,937	1,816	1,694	1,573	1,452	1,331	1,209	1,088	8	096
9	2,426	2,305	2,183	2,061	1,940	1,818	1,697	1,575	1,454	1,332	1,211	1,090	9	108
750	2,430	2,308	2,186	2,064	1,942	1,821	1,699	1,577	1,456	1,334	1,213	1,091		
1	2,433	2,311	2,189	2,067	1,945	1,823	1,701	1,580	1,458	1,336	1,214	1,093	1	012
2	2,436	2,314	2,192	2,070	1,948	1,826	1,703	1,582	1,460	1,338	1,216	1,094	2	024
3	2,439	2,317	2,195	2,072	1,950	1,828	1,706	1,584	1,462	1,340	1,218	1,096	3	037
4	2,443	2,320	2,198	2,075	1,953	1,830	1,708	1,586	1,463	1,341	1,219	1,097	4	049
5	2,446	2,323	2,200	2,078	1,955	1,833	1,710	1,588	1,465	1,343	1,221	1,098	5	061
6	2,449	2,326	2,203	2,081	1,958	1,835	1,713	1,590	1,467	1,345	1,222	1,100	6	073
7	2,452	2,329	2,206	2,083	1,961	1,838	1,715	1,592	1,469	1,347	1,224	1,101	7	085
8	2,455	2,332	2,209	2,086	1,963	1,840	1,717	1,594	1,471	1,348	1,226	1,103	8	098
9	2,459	2,336	2,212	2,089	1,966	1,842	1,719	1,596	1,473	1,350	1,227	1,104	9	110
760	2,462	2,339	2,215	2,092	1,968	1,845	1,722	1,598	1,475	1,352	1,229	1,106		
1	2,465	2,342	2,218	2,094	1,971	1,847	1,724	1,600	1,477	1,354	1,230	1,107	1	012
2	2,469	2,345	2,221	2,097	1,973	1,850	1,726	1,602	1,479	1,356	1,232	1,109	2	025
3	2,472	2,348	2,224	2,100	1,976	1,852	1,728	1,605	1,481	1,357	1,234	1,110	3	037
4	2,475	2,351	2,227	2,103	1,979	1,855	1,731	1,607	1,483	1,359	1,235	1,112	4	049
5	2,478	2,354	2,230	2,105	1,981	1,857	1,733	1,609	1,485	1,361	1,237	1,113	5	062
6	2,482	2,357	2,233	2,108	1,984	1,859	1,735	1,611	1,487	1,363	1,239	1,114	6	074
7	2,485	2,360	2,235	2,111	1,986	1,862	1,737	1,613	1,489	1,364	1,240	1,116	7	086
8	2,488	2,363	2,238	2,114	1,989	1,864	1,740	1,615	1,491	1,366	1,242	1,117	8	098
9	2,491	2,366	2,241	2,116	1,992	1,867	1,742	1,617	1,493	1,368	1,243	1,119	9	111
	−20°	−19°	−18°	−17°	−16°	−15°	−14°	−13°	−12°	−11°	−10°	−9°		

	−20°	−19°	−18°	−17°	−16°	−15°	−14°	−13°	−12°	−11°	−10°	−9°
770	2,495	2,369	2,244	2,119	1,994	1,869	1,744	1,619	1,495	1,370	1,245	1,120
1	2,498	2,372	2,247	2,122	1,997	1,871	1,747	1,621	1,496	1,372	1,247	1,122
2	8,501	2,376	2,250	2,125	1,999	1,874	1,749	1,624	1,498	1,373	1,248	1,123
3	2,504	2,379	2,253	2,127	2,002	1,876	1,751	1,626	1,500	1,375	1,250	1,125
4	2,507	2,382	2,256	2,130	2,004	1,879	1,753	1,628	1,502	1,377	1,251	1,126
5	2,511	2,385	2,259	2,133	2,007	1,881	1,756	1,630	1,504	1,379	1,253	1,128
6	2,514	2,388	2,262	2,136	2,010	1,884	2,758	1,632	1,506	1,380	1,255	1,129
7	2,517	2,391	2,265	2,138	2,012	1,886	1,760	1,634	1,508	1,382	1,256	1,130
8	2,520	2,394	2,268	2,141	2,015	1,889	1,762	1,636	1,510	1,384	1,258	1,132
9	2,524	2,397	2,270	2,144	2,017	1,891	1,765	1,638	1,512	1,386	1,260	1,133

1	013
2	025
3	038
4	050
5	063
6	075
7	088
8	100
9	112

	−20°	−19°	−18°	−17°	−16°	−15°	−14°	−13°	−12°	−11°	−10°	−9°
780	2,527	2,400	2,273	2,147	2,020	1,893	1,767	1,640	1,514	1,388	1,261	1,135
1	2,530	2,403	2,276	2,149	2,023	1,896	1,769	1,643	1,516	1,389	1,263	1,136
2	2,533	2,406	2,279	2,152	2,025	1,898	1,771	1,645	1,518	1,391	1,264	1,138
3	2,537	2,409	2,282	2,155	2,028	1,900	1,774	1,647	1,520	1,393	1,266	1,139
4	2,540	2,412	2,285	2,158	2,030	1,903	1,776	1,649	1,522	1,395	1,268	1,141
5	2,543	2,416	2,288	2,160	2,033	1,906	1,778	1,651	1,524	1,396	1,269	1,142
6	2,546	2,419	2,291	2,163	2,036	1,908	1,781	1,653	1,526	1,398	1,271	1,144
7	2,550	2,422	2,294	2,166	2,038	1,910	1,783	1,655	1,528	1,400	1,272	1,145
8	2,553	2,425	2,297	2,169	2,041	1,913	1,785	1,657	1,529	1,402	1,274	1,146
9	2,556	2,428	2,300	2,171	2,043	1,915	1,787	1,659	1,531	1,404	1,276	1,148

1	013
2	025
3	038
4	050
5	063
6	076
7	088
8	101
9	113

	−20°	−19°	−18°	−17°	−16°	−15°	−14°	−13°	−12°	−11°	−10°	−9°
790	2,559	2,431	2,303	2,174	2,046	1,918	1,790	1,661	1,533	1,405	1,277	1,149
1	2,563	2,434	2,305	2,177	2,049	1,920	1,792	1,664	1,535	1,407	1,279	1,151
2	2,566	2,437	2,308	2,180	2,051	1,923	1,794	1,666	1,537	1,409	1,281	1,152
3	2,569	2,440	2,311	2,182	2,054	1,925	1,796	1,668	1,539	1,411	1,282	1,154
4	2,572	2,443	2,314	2,185	2,056	1,927	1,799	1,670	1,541	1,412	1,284	1,155
5	2,576	2,446	2,317	2,188	2,059	1,930	1,801	1,672	1,543	1,414	1,285	1,157
6	2,579	2,449	2,320	2,191	2,062	1,932	1,803	1,674	1,545	1,416	1,287	1,158
7	2,582	2,452	2,323	2,194	2,064	1,935	1,805	1,676	1,547	1,418	1,289	1,160
8	2,585	2,456	2,326	2,196	2,067	1,937	1,808	1,678	1,549	1,420	1,290	1,161
9	2,588	2,459	2,329	2,199	2,069	1,940	1,810	1,680	1,551	1,421	1,292	1,162

1	013
2	026
3	038
4	051
5	064
6	077
7	090
8	102
9	115

| | −20° | −19° | −18° | −17° | −16° | −15° | −14° | −13° | −12° | −11° | −10° | −9° |

	-8°	-7°	-6°	-5°	-4°	-3°	-2°	-1°	+1°	+2°	+3°	+4°		
100	0,129	0,113	0,097	0,081	0,065	0,048	0,032	0,016	0,016	0,032	0,048	0,064		
200	0,259	0,226	0,194	0,162	0,129	0,097	0,065	0,032	0,032	0,065	0,097	0,129		
300	0,388	0,339	0,291	0,242	0,194	0,145	0,097	0,048	0,048	0,097	0,045	0,194		
400	0,517	0,452	0,388	0,323	0,258	0,194	0,129	0,064	0,064	0,129	0,094	0,258		
500	0,647	0,566	0,485	0,404	0,323	0,242	0,161	0,081	0,081	0,161	0,242	0,323		
600	0,776	0,679	0,582	0,485	0,388	0,291	0,194	0,097	0,097	0,194	0,290	0,387		
700	0,905	0,792	0,679	0,565	0,452	0,339	0,226	0,113	0,113	0,226	0,339	0,452		
800	1,034	0,905	0,776	0,646	0,517	0,388	0,258	0,129	0,129	0,258	0,387	0,516		
900	1,164	1,018	0,872	0,727	0,581	0,436	0,291	0,145	0,145	0,290	0,435	0,581		
701	0,906	0,793	0,680	0,566	0,453	0,340	0,226	0,113	0,113	0,226	0,339	0,452		
2	0,908	0,794	0,681	0,567	0,454	0,340	0,227	0,113	0,113	0,227	0,340	0,453	1	011
3	0,909	0,795	0,682	0,568	0,454	0,341	0,227	0,113	0,113	0,227	0,340	0,454	2	022
4	0,910	0,796	0,682	0,569	0,455	0,341	0,227	0,114	0,114	0,227	0,341	0,454	3	034
5	0,912	0,798	0,683	0,569	0,455	0,342	0,228	0,114	0,114	0,227	0,341	0,455	4	046
6	0,913	0,799	0,684	0,570	0,456	0,342	0,228	0,114	0,114	0,228	0,342	0,455	5	057
7	0,914	0,800	0,685	0,571	0,457	0,342	0,228	0,114	0,114	0,228	0,342	0,456	6	068
8	0,915	0,801	0,686	0,572	0,457	0,343	0,229	0,114	0,114	0,228	0,343	0,457	7	080
9	0,917	0,802	0,687	0,573	0,458	0,343	0,229	0,114	0,114	0,229	0,343	0,457	8	091
													9	103
710	0,918	0,803	0,688	0,573	0,459	0,344	0,229	0,115	0,115	0,229	0,344	0,458		
1	0,919	0,804	0,689	0,574	0,459	0,344	0,230	0,115	0,115	0,229	0,344	0,459	1	011
2	0,921	0,805	0,690	0,575	0,460	0,344	0,230	0,115	0,115	0,230	0,345	0,459	2	023
3	0,922	0,807	0,691	0,576	0,461	0,345	0,230	0,115	0,115	0,230	0,345	0,460	3	035
4	0,923	0,808	0,692	0,577	0,461	0,346	0,231	0,115	0,115	0,230	0,345	0,461	4	046
5	0,925	0,809	0,693	0,578	0,462	0,346	0,231	0,115	0,115	0,231	0,346	0,461	5	057
6	0,926	0,810	0,694	0,578	0,463	0,347	0,231	0,116	0,116	0,231	0,346	0,462	6	069
7	0,927	0,811	0,695	0,579	0,463	0,347	0,232	0,116	0,116	0,231	0,347	0,463	7	081
8	0,928	0,812	0,696	0,580	0,464	0,348	0,232	0,116	0,116	0,232	0,347	0,463	8	092
9	0,930	0,813	0,697	0,581	0,465	0,348	0,232	0,116	0,116	0,232	0,348	0,464	9	104
720	0,931	0,814	0,698	0,582	0,465	0,349	0,232	0,116	0,116	0,232	0,348	0,464		
1	0,932	0,816	0,699	0,582	0,466	0,349	0,233	0,116	0,116	0,233	0,349	0,465	1	012
2	0,933	0,817	0,700	0,583	0,466	0,350	0,233	0,117	0,117	0,233	0,349	0,466	2	023
3	0,935	0,818	0,701	0,583	0,467	0,350	0,233	0,117	0,117	0,233	0,350	0,466	3	035
4	0,936	0,819	0,702	0,584	0,468	0,351	0,234	0,117	0,117	0,234	0,350	0,467	4	047
5	0,937	0,820	0,703	0,585	0,468	0,351	0,234	0,117	0,117	0,234	0,351	0,468	5	059
6	0,939	0,821	0,704	0,586	0,469	0,351	0,234	0,117	0,117	0,234	0,351	0,468	6	070
7	0,940	0,822	0,705	0,587	0,471	0,352	0,235	0,117	0,117	0,235	0,352	0,469	7	082
8	0,941	0,824	0,706	0,587	0,471	0,353	0,235	0,118	0,117	0,235	0,352	0,470	8	094
9	0,942	0,825	0,707	0,588	0,472	0,353	0,235	0,118	0,118	0,235	0,353	0,470	9	105
	-8°	-7°	-6°	-5°	-4°	-3°	-2°	-1°	+1°	+2°	+3°	+4°		

	- 8°	- 7°	- 6°	- 5°	- 4°	- 3°	- 2°	- 1°	+ 1°	+ 2°	+ 3°	+ 4°		
730	0,944	0,826	0,708	0,590	0,472	0,354	0,236	0,118	0,118	0,236	0,353	0,471		
1	0,945	0,827	0,709	0,590	0,4-2	0,354	0,236	0,118	0,118	0,236	0,354	0 472	1	012
2	0,947	0 828	0,710	0,591	0,473	0,355	0,236	0,118	0,118	0,236	0,354	0,472	2	024
3	0,948	0,829	0,711	0,592	0.474	0 355	0,237	0,118	0.118	0,236	0,355	0,473	3	035
4	0,949	0,830	0 712	0,593	0,474	0,356	0,237	0,118	0,118	0,237	0,355	0,473	4	047
5	0 950	0,831	0,713	0,594	0,475	0,356	0,237	0,119	0,119	0,237	0,356	0,474	5	059
6	0 952	0,833	0,714	0.594	0,476	0.357	0,238	0,119	0,119	0,237	0 356	0,475	6	071
7	0 953	0,834	0,714	0.595	0,476	0,357	0,238	0,119	0,119	0,238	0,357	0,475	7	083
8	0,954	0,835	0,715	0.596	0,477	0,358	0,238	0,119	0,119	0,238	0,357	0,476	8	094
9	0,956	0,836	0,716	0,597	0,477	0,358	0,239	0,119	0,119	0,238	0,358	0,477	9	106
740	0,957	0 837	0,717	0,598	0,478	0,358	0,239	0,119	0,119	0,239	0,358	0,477		
1	0,958	0,838	0,718	0,599	0,479	0,359	0,239	0,120	0,120	0,239	0,359	0,478	1	012
2	0,959	0,839	0,719	0,599	0 479	0,359	0,240	0,120	0,120	0,239	0,359	0,479	2	024
3	0,961	0,840	0 720	0,600	0,480	0 360	0,240	0,120	0,120	0,240	0,360	0,479	3	036
4	0,962	0,841	0.721	0,601	0,481	0,360	0,240	0,120	0,120	0,240	0,360	0 480	4	048
5	0,963	0,843	0,722	0,602	0,481	0,361	0,241	0,120	0.120	0,240	0 360	0,481	5	060
6	0,965	0,844	0.723	0,603	0,482	0,361	0,241	0,120	0,120	0,241	0 361	0,481	6	072
7	0,966	0,845	0.724	0,603	0,483	0,362	0,241	0,121	0 121	0,241	0,361	0,482	7	084
8	0 967	0 846	0,725	0,604	0 483	0,362	0,242	0,121	0 121	0,241	0,362	0,483	8	096
9	0,968	0,847	0,726	0,605	0,484	0,363	0,242	0,121	0,121	0,242	0,362	0,483	9	108
750	0,970	0,848	0,727	0,606	0,485	0,363	0,242	0,121	0,121	0,242	0,363	0,484		
1	0,971	0,850	0 728	0 607	0,485	0,364	0,243	0 121	0,121	0,242	0,363	0,484	1	012
2	0,972	0,851	0.729	0.607	0 486	0,364	0,243	0,122	0 121	0,243	0,364	0,485	2	024
3	0,974	0,852	0,730	0,608	0,486	0,365	0,243	0,122	0,122	0,243	0,364	0,486	3	037
4	0,975	0,853	0,731	0,609	0,487	0,365	0,243	0,122	0,122	0 243	0,365	0,486	4	049
5	0,976	0,854	0 732	0,610	0,488	0,366	0,244	0,122	0,122	0,244	0,365	0 487	5	061
6	0,978	0 855	0,733	0,611	0,488	0,366	0,244	0,122	0,122	0,244	0,366	0 488	6	073
7	0 979	0,856	0 734	0,611	0 489	0,367	0,244	0,122	0,122	0 244	0,366	0,488	7	085
8	0,980	0,857	0,735	0,612	0,490	0,367	0,245	0,123	0,122	0,245	0,367	0,489	8	098
9	0,981	0,859	0,736	0,613	0,490	0,367	0,245	0,123	0,122	0,245	0,367	0,490	9	110
760	0,983	0,860	0,737	0,614	0,491	0,368	0,245	0,123	0,123	0,245	0,368	0,490		
1	0,984	0,861	0,738	0,615	0,492	0,369	0,246	0,123	0,123	0,246	0,368	0,491	1	012
2	0,985	0,862	0,739	0,615	0,492	0,369	0,246	0,123	0,123	0,246	0,369	0,492	2	025
3	0 987	0,863	0,740	0,616	0 493	0,370	0,246	0,123	0,123	0,246	0,369	0,493	3	037
4	0,988	0,864	0,741	0,617	0,493	0,370	0,247	0,123	0,123	0 247	0,370	0,493	4	049
5	0,989	0,865	0,742	0,618	0,494	0,371	0 247	0,123	0,123	0,247	0,370	0,493	5	062
6	0,990	0,867	0,743	0,619	0,495	0,371	0,247	0,124	0,124	0 247	0,371	0,494	6	074
7	0 992	0,868	0,744	0,620	0,495	0,372	0,248	0,124	0,124	0,247	0 371	0,495	7	086
8	0,993	0,869	0,745	0,620	0,496	0,372	0,248	0,124	0,124	0,248	0 372	0,495	8	098
9	0,994	0,870	0,746	0,621	0,497	0,372	0,248	0,124	0,124	0,248	0,372	0,496	9	111
	- 8°	- 7°	- 6°	- 5°	- 4°	- 3°	- 2°	- 1°	+ 1°	+ 2°	+ 3°	+ 4°		

	-8°	-7°	-6°	-5°	-4°	-3°	-2°	-1°	+1°	+2°	+3°	+4°		
770	0,996	0,871	0,746	0,622	0,497	0,373	0,249	0,124	0,124	0,248	0,373	0,497		
1	0,997	0,872	0,747	0,623	0,498	0,374	0,249	0,124	0,124	0,249	0,373	0,497	1	012
2	0,998	0,873	0,748	0,624	0,499	0,374	0,249	0,125	0,125	0,249	0,374	0,498	2	025
3	0,999	0,874	0,749	0,624	0,499	0,374	0,250	0,125	0,125	0,249	0,374	0,499	3	037
4	1,001	0,876	0,750	0,625	0,500	0,375	0,250	0,125	0,125	0,250	0,375	0,499	4	050
5	1,002	0,877	0,751	0,626	0,501	0,375	0,250	0,125	0,125	0,250	0,375	0,500	5	063
6	1,003	0,878	0,752	0,627	0,501	0,376	0,251	0,125	0,125	0,250	0,375	0,500	6	075
7	1,005	0,879	0,753	0,628	0,502	0,376	0,251	0,125	0,125	0,251	0,376	0,501	7	088
8	1,006	0,880	0,754	0,628	0,503	0,377	0,251	0,126	0,126	0,251	0,376	0,502	8	101
9	1,007	0,881	0,755	0,629	0,503	0,377	0,251	0,126	0,126	0,251	0,377	0,503	9	113
780	1,009	0,882	0,756	0,630	0,504	0,378	0,252	0,126	0,126	0,252	0,377	0,503		
1	1,010	0,883	0,757	0,631	0,505	0,378	0,252	0,126	0,126	0,252	0,378	0,504	1	013
2	1,011	0,885	0,758	0,632	0,505	0,379	0,253	0,126	0,126	0,252	0,378	0,504	2	025
3	1,012	0,886	0,759	0,632	0,506	0,379	0,253	0,126	0,126	0,253	0,379	0,505	3	038
4	1,014	0,887	0,760	0,633	0,507	0,380	0,253	0,127	0,127	0,253	0,379	0,506	4	050
5	1,015	0,888	0,761	0,634	0,507	0,380	0,253	0,127	0,127	0,253	0,380	0,506	5	063
6	1,016	0,889	0,762	0,635	0,508	0,381	0,254	0,127	0,127	0,254	0,380	0,507	6	076
7	1,018	0,890	0,763	0,636	0,508	0,381	0,254	0,127	0,127	0,254	0,381	0,508	7	088
8	1,019	0,891	0,764	0,636	0,509	0,382	0,254	0,127	0,127	0,254	0,381	0,508	8	101
9	1,020	0,893	0,765	0,637	0,510	0,382	0,255	0,127	0,127	0,255	0,382	0,509	9	113
790	1,022	0,894	0,766	0,638	0,510	0,383	0,255	0,128	0,127	0,255	0,382	0,510		
1	1,023	0,895	0,767	0,639	0,511	0,383	0,255	0,128	0,128	0,255	0,383	0,510	1	013
2	1,024	0,896	0,768	0,640	0,512	0,384	0,256	0,128	0,128	0,256	0,383	0,511	2	026
3	1,025	0,897	0,769	0,641	0,512	0,384	0,256	0,128	0,128	0,256	0,384	0,512	3	038
4	1,027	0,898	0,770	0,641	0,513	0,385	0,256	0,128	0,128	0,256	0,384	0,512	4	051
5	1,028	0,899	0,771	0,642	0,514	0,385	0,257	0,128	0,128	0,256	0,385	0,513	5	064
6	1,029	0,900	0,772	0,643	0,514	0,386	0,257	0,128	0,128	0,257	0,386	0,513	6	077
7	1,031	0,902	0,773	0,644	0,515	0,386	0,257	0,129	0,129	0,257	0,386	0,514	7	090
8	1,032	0,903	0,774	0,645	0,516	0,387	0,258	0,129	0,129	0,257	0,387	0,515	8	102
9	1,034	0,904	0,775	0,645	0,516	0,387	0,258	0,129	0,129	0,258	0,387	0,515	9	115
	-8°	-7°	-6°	-5°	-4°	-3°	-2°	-1°	+1°	+2°	+3°	+4°		

	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°		
100	0,081	0,097	0,113	0,129	0,145	0,161	0,177	0,193	0,209	0,225	0,241	0,257		
200	0,161	0,193	0,226	0,258	0,290	0,322	0,354	0,387	0,419	0,451	0,483	0,515		
300	0,242	0,290	0,339	0,387	0,435	0,483	0,532	0,580	0,628	0,676	0,724	0,772		
400	0,323	0,387	0,451	0,516	0,580	0,644	0,709	0,773	0,837	0,901	0,966	1,030		
500	0,403	0,484	0,564	0,645	0,725	0,806	0,886	0,966	1,047	1,127	1,207	1,287		
600	0,484	0,580	0,677	0,774	0,870	0,967	1,063	1,160	1,256	1,352	1,449	1,545		
700	0,564	0,677	0,790	0,903	1,015	1,128	1,240	1,353	1,465	1,578	1,690	1,802		
800	0,645	0,774	0,903	1,031	1,160	1,289	1,417	1,546	1,675	1,803	1,932	2,060		
900	0,726	0,871	1,016	1,160	1,305	1,450	1,595	1,739	1,884	2,029	2,173	2,317		
701	0,565	0,678	0,791	0,904	1,017	1,129	1,242	1,355	1,467	1,580	1,693	1,805		
2	0,566	0,679	0,792	0,905	1,018	1,131	1,244	1,357	1,469	1,582	1,695	1,808	1	011
3	0,567	0,680	0,793	0,906	1,020	1,133	1,246	1,359	1,472	1,584	1,698	1,810	2	023
4	0,568	0,680	0,794	0,908	1,021	1,134	1,247	1,361	1,474	1,587	1,700	1,813	3	034
5	0,568	0,681	0,795	0,909	1,022	1,136	1,249	1,362	1,476	1,589	1,702	1,815	4	045
6	0,569	0,683	0,797	0,910	1,024	1,137	1,251	1,364	1,478	1,591	1,705	1,818	5	056
7	0,570	0,684	0,798	0,912	1,025	1,139	1,253	1,366	1,480	1,594	1,707	1,820	6	068
8	0,571	0,685	0,799	0,913	1,027	1,141	1,254	1,368	1,482	1,596	1,710	1,823	7	079
9	0,572	0,686	0,800	0,914	1,028	1,142	1,256	1,370	1,484	1,598	1,712	1,826	8	090
													9	101
710	0,572	0,687	0,801	0,915	1,030	1,144	1,258	1,372	1,486	1,600	1,714	1,828		
1	0,573	0,688	0,802	0,917	1,031	1,145	1,260	1,374	1,488	1,602	1,717	1,831	1	011
2	0,574	0,689	0,803	0,918	1,033	1,147	1,262	1,376	1,490	1,605	1,719	1,833	2	023
3	0,575	0,690	0,805	0,919	1,034	1,149	1,263	1,378	1,493	1,607	1,721	1,836	3	034
4	0,576	0,691	0,806	0,921	1,035	1,150	1,265	1,380	1,495	1,609	1,724	1,839	4	046
5	0,576	0,692	0,807	0,922	1,037	1,152	1,267	1,382	1,497	1,612	1,726	1,841	5	057
6	0,577	0,693	0,808	0,923	1,038	1,154	1,269	1,384	1,499	1,614	1,729	1,844	6	068
7	0,578	0,694	0,809	0,924	1,040	1,155	1,270	1,386	1,501	1,616	1,731	1,846	7	081
8	0,579	0,694	0,810	0,926	1,041	1,157	1,272	1,388	1,503	1,618	1,734	1,849	8	091
9	0,580	0,695	0,811	0,927	1,043	1,158	1,274	1,390	1,505	1,621	1,736	1,851	9	103
720	0,581	0,696	0,812	0,928	1,044	1,160	1,276	1,391	1,507	1,623	1,738	1,854		
1	0,581	0,697	0,813	0,930	1,046	1,162	1,278	0,393	1,509	1,625	1,741	1,857	1	012
2	0,582	2,698	0,815	0,931	1,047	1,163	1,279	1,395	1,511	1,627	1,743	1,859	2	023
3	0,583	0,699	0,816	0,932	1,049	1,165	1,281	1,397	1,513	1,630	1,746	1,862	3	035
4	0,584	0,700	0,817	0,933	1,050	1,166	1,283	1,399	1,516	1,632	1,748	1,864	4	046
5	0,585	0,701	0,818	0,935	1,051	1,168	1,285	1,401	1,518	1,634	1,750	1,867	5	058
6	0,585	0,702	0,819	0,936	1,053	1,170	1,286	1,403	1,520	1,636	1,753	1,869	6	070
7	0,586	0,703	0,820	0,937	2,054	1,171	1,288	1,405	1,522	1,639	1,755	1,872	7	081
8	0,587	0,704	0,821	0,939	1,056	1,173	1,290	1,407	1,524	1,641	1,758	1,875	8	093
9	0,588	0,705	0,823	0,940	1,057	1,174	1,292	1,409	1,526	1,643	1,760	1,877	9	104
	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°		

	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°		
730	0,589	0,706	0,824	0,941	1,059	1,176	1,293	1,411	1,528	1,645	1,763	1,880		
1	0,589	0,707	0,825	0,942	1,060	1,178	1,295	1,413	1,530	1,647	1,765	1,882	1	012
2	0,590	0,708	0,826	0,944	1,062	1,179	1,297	1,415	1,532	1,650	1,767	1,885	2	024
3	0,591	0,709	0,827	0,945	1,063	1,181	1,298	1,417	1,534	1,652	1,770	1,887	3	035
4	0,592	0,710	0,828	0,946	1,064	1,183	1,301	1,419	1,536	1,654	1,772	1,890	4	047
5	0,593	0,711	0,829	0,948	1,066	1,184	1,302	1,420	1,539	1,657	1,774	1,893	5	059
6	0,594	0,712	0,831	0,949	1,067	1,186	1,304	1,422	1,541	1,659	1,777	1,895	6	071
7	0,594	0,713	0,832	0,950	1,069	1,187	1,306	1,424	1,543	1,661	1,779	1,898	7	083
8	0,595	0,714	0,833	0,952	1,070	1,189	1,308	1,426	1,545	1,663	1,782	1,900	8	094
9	0,596	0,715	0,834	0,953	1,072	1,191	1,309	1,428	1,547	1,666	1,784	1,903	9	106
740	0,597	0,716	0,835	0,954	1,073	1,192	1,311	1,430	1,549	1,668	1,787	1,905		
1	0,597	0,717	0,836	0,955	1,075	1,194	1,313	1,432	1,551	1,670	1,789	1,908	1	012
2	0,598	0,718	0,037	0,957	1,076	1,195	1,315	1,434	1,553	1,672	1,791	1,911	2	024
3	0,599	0,719	0,838	0,958	1,078	1,197	1,317	1,436	1,555	1,675	1,794	1,913	3	036
4	0,600	0,720	0,840	0,959	1,079	1,199	1,318	1,438	1,557	1,677	1,796	1,916	4	048
5	0,601	0,721	0,841	0,961	1,080	1,200	1,320	1,440	1,559	1,679	1,799	1,918	5	060
6	0,601	0,722	0,842	0,962	1,082	1,202	1,322	1,442	1,562	1,681	1,801	1,921	6	071
7	0,602	0,723	0,843	0,063	1,083	1,203	1,324	1,444	1,564	1,684	1,804	1,924	7	083
8	0,603	0,724	0,844	0,964	1,085	1,205	1,325	1,446	1,566	1,686	1,806	1,926	8	095
9	0,604	0,725	0,845	0,966	1,086	1,207	1,327	1,448	1,568	1,688	1,808	1,929	9	107
750	0,605	0,726	0,846	0,967	1,088	1,208	1,329	1,449	1,570	1,690	1,810	1,931		
1	0,606	0,726	0,847	0,968	1,089	1,210	1,331	1,451	1,572	1,693	1,813	1,934	1	012
2	0,606	0,727	0,849	0,970	1,091	1,211	1,332	1,453	1,574	1,695	1,816	1,936	2	024
3	0,607	0,728	0,850	0,971	1,092	1,213	1,334	1,455	1,576	1,697	1,818	1,939	3	036
4	0,608	0,729	0,851	0,972	1,093	1,215	1,336	1,457	1,578	1,699	1,820	1,942	4	048
5	0,609	0,730	0,852	0,973	1,095	1,216	1,338	1,459	1,580	1,701	1,823	1,944	5	060
6	0,610	0,731	0,853	0,975	1,096	1,218	1,340	1,461	1,583	1,704	1,825	1,947	6	072
7	0,610	0,732	0,854	0,976	1,098	1,220	1,341	1,463	1,585	1,706	1,828	1,949	7	085
8	0,611	0,733	0,855	0,977	1,099	1,221	1,343	1,465	1,587	1,708	1,830	1,952	8	097
9	0,612	0,734	0,856	0,979	1,101	1,223	1,345	1,467	1,589	1,711	1,833	1,954	9	109
760	0,613	0,735	0,858	0,980	1,102	1,224	1,347	1,469	1,591	1,713	1,835	1,957		
1	0,614	0,736	0,859	0,981	1,104	1,226	1,348	1,471	1,593	1,715	1,837	1,959	1	012
2	0,614	0,737	0,860	0,982	1,105	1,228	1,350	1,473	1,595	1,717	1,840	1,962	2	024
3	0,615	0,738	0,861	0,984	1,107	1,229	1,352	1,475	1,597	1,720	1,842	1,964	3	036
4	0,616	0,739	0,862	0,985	1,108	1,231	1,354	1,477	1,599	1,722	1,845	1,967	4	048
5	0,617	0,740	0,863	0,986	1,109	1,232	1,355	1,478	1,601	1,724	1,847	1,970	5	060
6	0,618	0,741	0,864	0,988	1,110	1,234	1,357	1,480	1,603	1,726	1,849	1,972	6	072
7	0,618	0,742	0,866	0,989	1,112	1,236	1,359	1,482	1,606	1,729	1,852	1,975	7	084
8	0,619	0,743	0,867	0,990	1,114	1,237	1,361	1,484	1,608	1,731	1,854	1,978	8	096
9	0,620	0,744	0,868	0,991	1,115	1,239	1,363	1,486	1,610	1,733	1,857	1,980	9	108
	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°		

	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°		
770	0,621	0,745	0,869	0 993	1,117	1,241	1,364	1,488	1,612	1,735	1,859	1,983		
1	0,622	0,746	0,870	0,994	1,118	1,242	1,366	1,490	1,614	1,738	1,861	1,985	1	012
2	0,622	0,747	0,871	0,995	1,120	1,244	1,368	1,492	1,616	1,740	1,864	1,988	2	025
3	0,623	0,748	0,872	0,997	1,121	1,245	1,370	1,494	1,618	1,742	1,866	1,990	3	037
4	0,624	0,749	0,873	0,998	1,122	1,247	1,371	1,496	1,620	1,745	1,869	1,993	4	050
5	0,625	0,750	0,874	0,999	1,124	1,249	1,373	1,498	1,622	1,747	1,871	1,996	5	062
6	0,626	0,751	0,876	1,000	1,125	1,250	1,375	1,500	1,624	1,749	1,874	1,998	6	074
7	0,626	0,752	0,877	1,002	1,127	1,252	1,377	1,502	1,626	1,751	1,876	2,001	7	087
8	0,627	0,753	0,878	1,003	1,128	1,253	1,379	1,504	1,629	1,754	1,878	2,003	8	099
9	0,628	0,754	0,879	1,004	1,130	1,255	1,380	1,506	1,631	1,756	1,881	2,006	9	112
780	0,629	0,755	0,880	1,005	1,131	1,257	1,382	1,507	1,633	1,758	1,883	2,008		
1	0,630	0,755	0,881	1,007	1,133	1,258	1,384	1,509	1,635	1,760	1,886	2,011	1	012
2	0,630	0,756	0,882	1,008	1,134	1,260	1,386	1,511	1,637	1,763	1,888	2,014	2	025
3	0,631	0,757	0,884	1,009	1,136	1,261	1,387	1,513	1,639	1,765	1,891	2,016	3	037
4	0,632	0,758	0,885	1,011	1,137	1,263	1,389	1,515	1,641	1,767	1,893	2,019	4	050
5	0,633	0,759	0,886	1,012	1,138	1,265	1,391	1,517	1,643	1,769	1,895	2,021	5	062
6	0,634	0,760	0,887	1,013	1,140	1,266	1,393	1,519	1,645	1,772	1,898	2,024	6	075
7	0,635	0,761	0,888	1,015	1,141	1,268	1,394	1,521	1,647	1,774	1,900	2,026	7	087
8	0,635	0,762	0,889	1,016	1,143	1,270	1,396	1,523	1,649	1,776	1,902	2,029	8	100
9	0,636	0,763	0,890	1,017	1,144	1,271	1,398	1,525	1,652	1,778	1,905	2,032	9	112
790	0,637	0,764	0,891	1,019	1,146	1,273	1,400	1,527	1,654	1,781	1,907	2,034		
1	0,638	0,765	0,893	1,020	1,147	1,274	1,402	1,529	1,656	1,783	1,910	2,037	1	013
2	0,639	0,766	0,894	1,021	1,149	1,276	1,403	1,531	1,658	1,785	1,912	2,039	2	025
3	0,639	0,767	0,895	1,022	1,150	1,278	1,405	1,533	1,660	1,788	1,915	2,042	3	038
4	0,640	0,768	0,896	1,024	1,151	1,279	1,407	1,534	1,662	1,791	1,917	2,044	4	051
5	0,641	0,769	0,897	1,025	1,153	1,281	1,409	1,536	1,664	1,793	1,919	2,047	5	063
6	0,642	0,770	0,898	1,026	1,154	1,282	1,410	1,538	1,666	1,795	1,922	2,050	6	076
7	0,643	0,771	0,900	1,028	1,156	1,284	1,412	1,540	1,668	1,797	1,924	2,052	7	089
8	0,644	0,772	0,901	1,029	1,157	1,286	1,414	1,542	1,670	1,800	1,927	2,055	8	102
9	0,644	0,773	0,903	1,030	1,159	1,287	1,416	1,544	1,673	1,802	1,929	2,057	9	114

| | 5° | 6° | 7° | 8° | 9° | 10° | 11° | 12° | 13° | 14° | 15° | 16° |

	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°		
100	0,274	0,290	0,306	0,322	0,338	0,354	0,370	0,386	0,402	0,418	0,434	0,450		
200	0,547	0,579	0,611	0,643	0,675	0,707	0,739	0,771	0,803	0,835	0,867	0,899		
300	0,821	0,869	0,917	0,965	1,013	1,061	1,109	1,157	1,205	1,253	1,301	1,349		
400	1,094	1,158	1,222	1,287	1,351	1,415	1,479	1,543	1,607	1,671	1,735	1,799		
500	1,368	1,448	1,528	1,608	1,688	1,768	1,848	1,928	2,008	2,088	2,168	2,248		
600	1,641	1,737	1,834	1,930	2,026	2,122	2,218	2,314	2,410	2,506	2,602	2,698		
700	1,915	2,027	2,139	2,251	2,364	2,476	2,588	2,700	2,812	2,924	3,036	3,148		
800	2,188	2,317	2,445	2,573	2,701	2,829	2,957	3,086	3,213	3,341	3,469	3,597		
900	2,462	2,606	2,751	2,895	3,039	3,183	3,327	3,471	3,615	3,759	3,903	4,047		
701	1,918	2,030	2,142	2,255	2,367	2,479	2,591	2,704	2,816	2,928	3,040	3,152		
2	1,921	2,033	2,145	2,258	2,370	2,483	2,595	2,708	2,820	2,932	3,044	3,157	1	011
3	1,923	2,036	2,148	2,261	2,374	2,486	2,599	2,711	2,824	2,936	3,049	3,161	2	022
4	1,926	2,039	2,152	2,264	2,377	2,489	2,603	2,715	2,828	2,940	3,053	3,166	3	034
5	1,928	2,042	2,155	2,268	2,380	2,493	2,606	2,719	2,832	2,945	3,057	3,170	4	045
6	1,931	2,044	2,158	2,271	2,384	2,497	2,610	2,723	2,836	2,949	3,062	3,175	5	056
7	1,934	2,047	2,161	2,274	2,387	2,501	2,614	2,727	2,840	2,953	3,066	3,179	6	067
8	1,937	2,050	2,164	2,277	2,391	2,504	2,617	2,731	2,844	2,957	3,070	3,184	7	078
9	1,939	2,053	2,167	2,280	2,394	2,508	2,621	2,735	2,848	2,961	3,075	3,188	8	090
													9	101
710	1,942	2,056	2,170	2,284	2,397	2,511	2,625	2,738	2,852	2,966	3,079	3,192		
1	1,945	2,059	2,173	2,287	2,401	2,515	2,628	2,742	2,856	2,970	3,083	3,197	1	011
2	1,948	2,062	2,176	2,290	2,404	2,518	2,632	2,746	2,860	2,974	3,088	3,201	2	023
3	1,950	2,065	2,179	2,293	2,408	2,522	2,636	2,750	2,864	2,978	3,092	3,206	3	034
4	1,953	2,068	2,182	2,296	2,411	2,525	2,640	2,754	2,868	2,982	3,096	3,210	4	045
5	1,956	2,070	2,185	2,299	2,414	2,529	2,643	2,758	2,872	2,986	3,101	3,215	5	057
6	1,959	2,073	2,188	2,303	2,418	2,532	2,647	2,762	2,876	2,991	3,105	3,219	6	068
7	1,961	2,076	2,191	2,306	2,421	2,536	2,651	2,765	2,880	2,995	3,109	3,224	7	079
8	1,964	2,079	2,194	2,309	2,424	2,539	2,654	2,769	2,884	2,999	3,114	3,228	8	090
9	1,967	2,082	2,197	2,313	2,428	2,543	2,658	2,773	2,888	3,003	3,118	3,233	9	102
720	1,969	2,085	2,200	2,316	2,431	2,546	2,662	2,777	2,892	3,007	3,122	3,237		
1	1,972	2,088	2,203	2,319	2,435	2,550	2,665	2,781	2,896	3,011	3,127	3,242	1	012
2	1,975	2,091	2,207	2,322	2,438	2,554	2,669	2,785	2,900	3,016	3,131	3,246	2	023
3	1,978	2,094	2,210	2,325	2,441	2,557	2,673	2,789	2,904	3,020	3,135	3,251	3	034
4	1,980	2,097	2,213	2,329	2,445	2,561	2,677	2,792	2,908	3,024	3,140	3,255	4	046
5	1,983	2,099	2,216	2,332	2,448	2,564	2,680	2,796	2,912	3,028	3,144	3,260	5	058
6	1,986	2,102	2,219	2,335	2,451	2,568	2,684	2,800	2,916	3,032	3,148	3,264	6	069
7	1,989	2,105	2,222	2,338	2,455	2,571	2,688	2,804	2,920	3,037	3,153	3,269	7	081
8	1,991	2,108	2,225	2,342	2,458	2,575	2,691	2,808	2,924	3,041	3,157	3,273	8	092
9	1,994	2,111	2,228	2,345	2,462	2,578	2,695	2,812	2,928	3,045	3,161	3,278	9	104
	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°		

	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°		
730	1,997	2,114	2,231	2,348	2,465	2,582	2,699	2,816	2,932	3,049	3,166	3,282		
1	2,000	2,117	2,234	2,351	2,468	2,585	2,702	2,819	2,936	3,053	3,170	3,287	1	012
2	2,002	2,120	2,237	2,354	2,472	2,589	2,706	2,823	2,940	3,057	3,174	3,291	2	023
3	2,005	2,123	2,240	2,358	2,475	2,592	2,710	2,827	2,944	3,062	3,179	3,296	3	035
4	2,008	2,126	2,243	2,361	2,478	2,596	2,713	2,831	2,948	3,066	3,183	3,300	4	047
5	2,011	2,128	2,246	2,364	2,482	2,600	2,717	2,835	2,952	3,070	3,187	3,305	5	058
6	2,013	2,131	2,249	2,367	2,485	2,603	2,721	2,839	2,956	3,074	3,192	3,309	6	070
7	2,016	2,134	2,252	2,370	2,489	2,607	2,725	2,843	2,960	3,078	3,196	3,314	7	082
8	2,019	2,137	2,256	2,374	2,492	2,610	2,728	2,846	2,964	3,082	3,200	3,318	8	093
9	2,021	2,140	2,259	2,377	2,495	2,614	2,732	2,850	2,968	3,087	3,205	3,323	9	104
740	2,024	2,143	2,262	2,380	2,499	2,617	2,736	2,854	2,972	3,091	3,209	3,327		
1	2,027	2,146	2,265	2,383	2,502	2,621	2,739	2,858	2,976	3,095	3,213	3,332	1	012
2	2,030	2,149	2,268	2,386	2,505	2,624	2,743	2,862	2,981	3,099	3,218	3,336	2	024
3	2,032	2,152	2,271	2,389	2,509	2,628	2,747	2,866	2,985	3,103	3,222	3,341	3	035
4	2,035	2,154	2,274	2,393	2,512	2,631	2,750	2,870	2,989	3,107	3,226	3,345	4	047
5	2,038	2,157	2,277	2,396	2,516	2,635	2,754	2,873	2,993	3,112	3,231	3,350	5	059
6	2,041	2,160	2,280	2,399	2,519	2,638	2,758	2,877	2,997	3,116	3,235	3,354	6	071
7	2,043	2,163	2,283	2,403	2,522	2,642	2,762	2,881	3,001	3,120	3,240	3,359	7	083
8	2,046	2,166	2,286	2,406	2,526	2,646	2,765	2,885	3,005	3,124	3,244	3,363	8	094
9	2,049	2,169	2,289	2,409	2,529	2,649	2,769	2,889	3,009	3,128	3,248	3,368	9	106
750	2,052	2,172	2,292	2,412	2,532	2,653	2,773	2,893	3,013	3,133	3,252	3,373		
1	2,054	2,175	2,295	2,415	2,536	2,656	2,776	2,896	3,017	3,137	3,257	3,378	1	012
2	2,057	2,178	2,298	2,419	2,539	2,660	2,780	2,900	3,021	3,141	3,261	3,382	2	024
3	2,060	2,181	2,301	2,422	2,543	2,663	2,784	2,904	3,025	3,145	3,266	3,386	3	036
4	2,062	2,183	2,304	2,425	2,546	2,667	2,787	2,908	3,029	3,149	3,270	3,390	4	048
5	2,065	2,186	2,307	2,428	2,549	2,670	2,791	2,912	3,033	3,153	3,274	3,395	5	060
6	2,068	2,189	2,311	2,432	2,553	2,674	2,795	2,916	3,037	3,158	3,279	3,399	6	072
7	2,071	2,192	2,314	2,435	2,556	2,677	2,799	2,920	3,041	3,162	3,283	3,404	7	084
8	2,073	2,195	2,317	2,438	2,559	2,681	2,802	2,924	3,045	3,166	3,287	3,408	8	096
9	2,076	2,198	2,320	2,441	2,563	2,684	2,806	2,927	3,049	3,170	3,292	3,413	9	108
760	2,079	2,201	2,323	2,444	2,566	2,688	2,810	2,931	3,053	3,174	3,296	3,417		
1	2,082	2,204	2,326	2,447	2,570	2,691	2,813	2,935	3,057	3,179	3,300	3 422	1	012
2	2,084	2,207	2,329	2,451	2,573	2,695	2,817	2,939	3,061	3,183	3,304	3 426	2	024
3	2,087	2,209	2,332	2,454	2,576	2,699	2,821	2,943	3,065	3,187	3,309	3,431	3	037
4	2,090	2,212	2,335	2,457	2,580	2,702	2,824	2,947	3,069	3,191	3,313	3,435	4	049
5	2,093	2,215	2,338	2,460	2,583	2,706	2,828	2,951	3,073	3,195	3,318	3 440	5	061
6	2,095	2,217	2,341	2,464	2,586	2,709	2,832	2,954	3,077	3,199	3,322	3,444	6	073
7	2,098	2,220	2,344	2,467	2,590	2,713	2,836	2,958	3,081	3,204	3,326	3,449	7	085
8	2,101	2,223	2,347	2,470	2,593	2,716	2,839	2,962	3 085	3,208	3,331	3,453	8	097
9	2,104	2,226	2,350	2,473	2,597	2,720	2,843	2,966	3,089	3,212	3,335	3,458	9	109
	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°		

	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°		
77°	2,106	2,230	2,353	2,477	2,600	2,723	2,847	2,970	3,093	3,216	3,339	3,462		
1	2,109	2,233	2,356	2,480	2,603	2,727	2,850	2,974	3,097	3,220	3,344	3,467	1	012
2	2,112	2,236	2,359	2,483	2,607	2,730	2,854	2,978	3,101	3,224	3,348	3,471	2	025
3	2,114	2,238	2,362	2,486	2,610	2,734	2,858	2,981	3,105	3,229	3,352	3,476	3	037
4	2,117	2,241	2,366	2,489	2,613	2,737	2,861	2,985	3,109	3,233	3,357	3,480	4	049
5	2,120	2,244	2,369	2,493	2,617	2,741	2,865	2,989	3,113	3,237	3,361	3,485	5	062
6	2,123	2,247	2,372	2,496	2,620	2,745	2,869	2,993	3,117	3,241	3,365	3,489	6	074
7	2,125	2,250	2,375	2,499	2,624	2,748	2,872	2,997	3,121	3,245	3,370	3,494	7	086
8	2,128	2,253	2,378	2,502	2,627	2,752	2,876	3,001	3,125	3,250	3,374	3,498	8	099
9	2,131	2,256	2,381	2,506	2,630	2,755	2,880	3,004	3,129	3,254	3,378	3,503	9	111
78°	2,134	2,259	2,384	2,509	2,634	2,759	2,884	3,008	3,133	3,258	3,383	3,507		
1	2,136	2,262	2,387	2,512	2,637	2,762	2,888	3,012	3,137	3,262	3,387	3,512	1	012
2	2,139	2,265	2,390	2,515	2,640	2,766	2,891	3,016	3,141	3,266	3,391	3,516	2	025
3	2,142	2,267	2,393	2,518	2,644	2,769	2,895	3,020	3,145	3,270	3,396	3,521	3	037
4	2,145	2,270	2,396	2,522	2,647	2,773	2,898	3,024	3,149	3,275	3,400	3,525	4	050
5	2,147	2,273	2,399	2,525	2,651	2,776	2,902	3,028	3,153	3,279	3,404	3,530	5	062
6	2,150	2,276	2,402	2,528	2,654	2,780	2,906	3,032	3,157	3,283	3,408	3,534	6	075
7	2,153	2,279	2,405	2,531	2,657	2,783	2,909	3,035	3,161	3,287	3,413	3,538	7	087
8	2,156	2,282	2,408	2,534	2,661	2,787	2,913	3,039	3,165	3,291	3,417	3,543	8	099
9	2,158	2,285	2,411	2,538	2,664	2,791	2,917	3,043	3,169	3,296	3,422	3,548	9	112
79°	2,161	2,288	2,414	2,541	2,667	2,794	2,921	3,047	3,173	3,300	3,426	3,552		
1	2,164	2,291	2,417	2,544	2,671	2,798	2,924	3,051	3,177	3,304	3,430	3,557	1	013
2	2,166	2,293	2,421	2,547	2,674	2,801	2,928	3,055	3,181	3,308	3,435	3,561	2	025
3	2,169	2,296	2,424	2,551	2,678	2,805	2,932	3,059	3,185	3,312	3,439	3,566	3	038
4	2,172	2,299	2,427	2,554	2,681	2,808	2,935	3,062	3,189	3,316	3,443	3,570	4	051
5	2,175	2,302	2,430	2,557	2,684	2,812	2,939	3,066	3,193	3,321	3,448	3,575	5	063
6	2,177	2,305	2,433	2,560	2,688	2,815	2,943	3,070	3,197	3,325	3,452	3,579	6	076
7	2,180	2,308	2,436	2,564	2,691	2,819	2,946	3,074	3,201	3,329	3,456	3,584	7	089
8	2,183	2,311	2,439	2,567	2,695	2,822	2,950	3,078	3,205	3,333	3,461	3,588	8	101
9	2,186	2,314	2,442	2,570	2,698	2,826	2,954	3,082	3,209	3,337	3,465	3,593	9	114
	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°		

	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°
100	0,466	0,482	0,498	0,514	0,529	0,545	0,561	0,577	0,593	0,609	0,625	0,641
200	0,931	0,963	0,995	1,027	1,059	1,091	1,123	1,155	1,186	1,218	1,250	1,282
300	1,397	1,445	1,493	1,541	1,588	1,636	1,684	1,732	1,780	1,827	1,875	1,923
400	1,862	1,926	1,990	2,054	2,118	2,182	2,245	2,309	2,373	2,437	2,500	2,564
500	2,328	2,408	2,488	2,568	2,647	2,727	2,807	2,886	2,966	3,046	3,125	3,205
600	2,794	2,890	2,985	3,081	3,177	3,272	3,368	3,464	3,559	3,655	3,750	3,846
700	3,259	3,371	3,483	3,595	3,706	3,818	3,929	4,041	4,153	4,264	4,375	4,487
800	3,725	3,853	3,980	4,108	4,236	4,363	4,491	4,618	4,746	4,873	5,000	5,128
900	4,191	4,334	4,478	4,622	4,765	4,909	5,052	5,196	5,339	5,482	5,625	5,769
701	3,264	3,376	3,487	3,600	3,712	3,823	3,935	4,047	4,159	4,270	4,382	4,493
2	3,269	3,381	3 492	3,605	3,717	3,829	3,941	4,053	4,164	4,276	4,388	4,500
3	3,273	3,386	3,497	3,610	3,722	3,834	3,946	4,058	4,170	4,282	4,394	4,506
4	3,278	3,390	3,502	3,615	3,727	3,840	3,952	4,064	4,176	4,288	3,401	4,512
5	3,283	3,395	3,507	3,620	3,733	3,845	3,958	4,070	4,182	4,295	4,407	4,519
6	3,287	3,400	3,512	3,625	3,738	3,851	3,963	4,076	4,188	4,301	4,413	4,525
7	3,292	3,405	3,517	3,631	3,743	3,856	3,969	4,082	4,194	4,307	4,420	4,532
8	3,297	3,410	3,522	3,636	3,749	3,861	3,974	4,087	4,200	4,313	4,426	4 538
9	3,301	3,415	3,527	3,641	3,754	3,867	3,980	4,093	4,206	4 319	4,432	4,544
710	3,306	3,419	3,533	3,646	3,759	3,872	3,986	4,099	4,212	4,325	4,438	4,551
1	3,311	3,424	3,537	3,651	3,764	3,878	3,991	4,104	4,218	4,331	4,444	4,557
2	3,315	3,429	3,542	3,656	3,770	3,883	3,997	4,110	4,224	4,337	4,450	4,564
3	3,320	3,434	3,547	3,661	3,775	3,889	4,002	4,116	4,230	4,343	4,457	4,570
4	3,325	3.439	3,552	3,666	3,780	3,894	4,008	4,122	4,236	4 349	4,463	4,577
5	3,329	3,443	3,557	3,672	3,786	3,900	4 014	4,128	4,242	4,355	4,469	4,583
6	3,334	3,448	3,562	3,677	3,791	3,905	4,019	4,134	4,248	3,362	4,476	4,589
7	3,339	3,453	3,567	3,682	3,796	3,911	4,025	4,139	4,253	4,368	4,482	4,596
8	3,343	3,458	3,572	3,687	3,802	3,916	4,030	4,145	4,259	4,374	4,488	4,602
9	3,348	3,463	3,577	3,692	3,807	3,921	4,036	4,151	4,265	4,380	4,494	4,609
720	3,352	3,467	3,582	3,697	3,812	3,927	4,042	4,156	4,271	4,386	4,500	4,615
1	3,357	3,472	3,587	3,702	3,817	3,932	4,047	4,162	4,277	4,392	4,507	4,621
2	3,362	3,477	3,592	3,708	3,823	3,938	4,053	4,168	4,283	4,398	4,513	4,628
3	3,366	3,482	3,597	3,713	3,828	3 943	4,059	4,174	4,289	4,404	4,519	4,634
4	3,371	3,487	3,602	3,718	3,833	3,949	4,064	4,180	4,295	4,410	4,526	4,641
5	3,376	3,492	3,607	3,723	3,839	3,954	4,070	4,186	4,301	4,416	4,532	4,647
6	3,380	3,496	3,612	3,728	3,844	3,960	4,075	4,191	4,307	4.422	4,538	4 653
7	3,385	3,501	3,617	3,733	3,849	3,965	4,081	4,197	4,313	4,429	4,545	4,660
8	3 390	3,506	3,622	3,738	3,855	3,971	4,087	4,203	4,319	4.435	4.551	4,666
9	3 394	3,511	3,627	3,744	3,860	3 976	4 092	4,209	4,325	4,441	4,557	4,673

	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°

1	011
2	022
3	034
4	045
5	056
6	067
7	078
8	090
9	101

1	011
2	023
3	034
4	045
5	057
6	068
7	079
8	090
9	102

1	012
2	023
3	035
4	046
5	058
6	069
7	081
8	092
9	104

1	012
2	023
3	035
4	047
5	058
6	070
7	082
8	093
9	105

	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°		
730	3,399	3,516	3,632	3,749	3,865	3,982	4,098	4,214	4,330	4,447	4,563	4,679		
1	3,404	3,520	3,637	3,754	3,870	3,987	4,104	4,220	4,336	4,453	4,569	4,686	1	012
2	3,408	3,525	3,642	3,759	3,876	3,992	4,109	4,226	4,342	4,459	4,576	4,692	2	024
3	3,413	3,530	3,647	3,764	3,881	3,998	4,115	4,232	4,348	4,465	4,582	4,698	3	035
4	3,418	3,535	3,652	3,769	3,886	4,003	4,120	4,237	4,354	4,471	4,588	4,705	4	047
5	3,422	3,540	3,657	3,774	3,892	4,009	4,126	4,243	4,360	4,479	4,594	4,711	5	059
6	3,427	3,545	3,662	3,779	3,897	4,014	4,132	4,249	4,366	4,483	4,601	4,718	6	071
7	3,432	3,549	3,667	3,785	3,902	4,020	4,137	4,255	4,372	4,489	4,607	4,724	7	083
8	3,436	3,554	3,672	3,790	3,908	4,025	4,143	4,261	4,378	4,496	4,613	4,730	8	094
9	3,441	3,559	3,677	3,795	3,913	4,031	4,148	4,266	4,384	4,502	4,619	4,737	9	106
740	3,446	3,564	3,682	3,800	3,918	4 036	4,154	4,272	4,390	4,508	4,625	4,743		
1	3,450	3,569	3,687	3,805	3,923	4,042	4,160	4,278	4,396	4,514	4,632	4,750	1	012
2	3,455	3,573	3,692	3,810	3,929	4,047	4,165	4,284	4,402	4,520	4,638	4,756	2	024
3	3,460	3,578	3,697	3,815	3,934	4,052	4,171	4,289	4,408	4,526	4,644	4,762	3	036
4	3,464	3,583	3,702	3,821	3,939	4,057	4,176	4,295	4,414	4,532	4,651	4 769	4	048
5	3,469	3,588	3,707	3,826	3,945	4,063	4,182	4,301	4,419	4,538	4,657	4,775	5	060
6	3,474	3,593	3,712	3,831	3,950	4,069	4,188	4,307	4,425	4,544	4,663	4,782	6	072
7	3,478	3,598	3,717	3,836	3,955	4 074	4,193	4,313	4,431	4,550	4,669	4,788	7	084
8	3,483	3,602	3,722	3,841	3,960	4,080	4,199	4,318	4,437	4,556	4,676	4,794	8	096
9	3,488	3,607	3,727	3,846	3 966	4,085	4,204	4,324	4,443	4,563	4,682	4 801	9	108
750	3,492	3,612	3,732	3,851	3,971	4,091	4,210	4 330	4,449	4,569	4 688	4,807		
1	3,497	3,617	3,736	3,856	3,976	4,096	4,216	4,335	4,455	4,575	4,694	4,814	1	012
2	3,501	3,622	3,741	3,862	3,982	4,101	4,221	4,341	4,461	4,581	4,701	4,820	2	024
3	3,506	3,626	3,746	3,867	3,987	4,107	4,227	4,347	4,467	4,587	4,707	4,827	3	036
4	3,511	3,631	3,751	3,872	3,992	4,112	4,233	4,353	4,473	4,593	4,713	4 833	4	048
5	3,515	3,636	3,756	3,877	3,997	4,118	4,238	4,359	4,479	4,599	4,719	4 839	5	061
6	3,520	3,641	3,761	3,882	4,003	4,123	4,244	4,364	4,485	4,605	4,726	4,846	6	073
7	3,525	3,646	3,766	3,887	4,008	4,129	4,249	4,370	4,490	4,611	4,732	4,852	7	085
8	3,529	3,650	3,771	3,992	4,013	4,134	4,255	4,376	4,496	4,617	4,738	4,859	8	097
9	3,534	3,655	3,776	3,998	4,019	4,140	4,261	4,382	4,502	4,623	4,744	4,865	9	109
760	3,539	3,660	3,781	3,903	4,024	4,145	4,266	4,387	4,508	4,629	4,750	4,871		
1	3,543	3,665	3,786	3,908	4,029	4,151	4,272	4,393	4,514	4,636	4,757	4,878	1	012
2	3,548	3,670	3,791	3,913	4,035	4,156	4,278	4,399	4,520	4,642	4,763	4,884	2	025
3	3,553	3,675	3,796	3,918	4,040	4,161	4,283	4,405	4,526	4,648	4,769	4,891	3	037
4	3,557	3,679	3,801	3,923	4,045	4,167	4,290	4,411	4,532	4,654	4,775	4,897	4	049
5	3,562	3,684	3,806	3,928	4,050	4,172	4,295	4,416	4,538	4,660	4,781	4,903	5	062
6	3,567	3,689	3,811	3,934	4,056	4,178	4,300	4,422	4,544	4,666	4,787	4,910	6	074
7	3,571	3,694	3,816	3,939	4,061	4,183	4,306	4,428	4,550	4,672	4,793	4,916	7	086
8	3,576	3,699	3,821	3,944	4,066	4,189	4,311	4,434	4,556	4,678	4,800	4 923	8	098
9	3,581	3,703	3,826	3,949	4,072	4,194	4,317	4,440	4,562	4,684	4,806	4,929	9	111
	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°		

	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°		
770	3,585	3,708	3,831	3,954	4,077	4,200	4,322	4,445	4,568	4,690	4,813	4,935		
1	3,590	3,713	3,836	3,959	4,082	4,205	4,328	4 451	4,574	4 697	4,819	4,942		
2	3,595	3,718	3,841	3,964	4,088	4,211	4,334	4,457	4,580	4,703	4,826	4,948		
3	3,599	3,723	3 846	3,969	4,093	4,216	4,339	4,463	4,586	4,709	4,832	4,955	1	012
4	3 604	3 728	3,851	3,975	4,098	4,221	4,345	4,468	4,592	4,715	4,838	4,961	2	025
5	3 609	3,732	3,856	3,980	4,103	4,227	4,351	4,474	4,597	4,721	4,844	4,968	3	037
6	3,613	3,737	3,861	3,985	4,109	4,232	4,356	4,480	4,603	4,727	4,851	4,974	4	049
7	3,618	3,742	3,866	3,990	4.114	4,238	4,362	4,486	4,609	4,733	4,857	4,980	5	062
8	3,623	3,747	3,871	3,995	4,119	4,243	4,367	4,492	4,615	4,739	4,863	4,987	6	074
9	3,627	4,752	3,876	4,000	4,125	4,249	4,373	4,497	4,621	4,745	4,869	4,993	7	086
													8	098
													9	111
780	3,632	3,756	3,801	4,005	4,130	4,254	4,379	4,503	4,627	4,751	4,875	5,000		
1	3,637	3,761	3,886	4,011	4,135	4,260	4,384	4,509	4,633	4,757	4,882	5,006		
2	3,641	3,766	3,891	4,016	4,140	4,265	4,390	4,514	4,639	4,764	4,888	5,012	1	012
3	3,646	3,771	3,896	4,021	4,146	4,271	4,395	4 520	4,645	4,770	4,894	5,019	2	025
4	3,650	3,776	3,901	4,026	4,151	4,276	4,401	4 526	4,651	4,776	4 901	5,025	3	037
5	3,655	3,781	3,906	4,031	4,156	4,281	4,407	4,532	4,657	4,782	4,907	5,032	4	050
6	3,660	3,785	3,911	4,036	4,161	4,287	4.412	4,538	4,663	4,788	4,913	5,038	5	062
7	3,664	3,790	3,916	4,041	4,166	4,292	4,418	4,543	4,669	4,794	4,919	5,044	6	074
8	3,669	3,795	3 921	4.047	4,172	4,298	4,423	4.549	4,674	4.800	4,926	5,051	7	087
9	3,674	3,800	3,926	4,052	4,177	4,303	4,429	4,555	4,680	4,806	4,932	5,057	8	099
													9	112
790	3,678	3,805	3,931	4,057	4,183	4,309	4,435	4,561	4,686	4,812	4,938	5,064		
1	3,683	3,809	3,936	4,062	4,188	4,314	4.440	4,566	4,692	4,818	4,944	5,070	1	013
2	3 688	3,814	3,941	4,067	4,193	4,320	4,446	7,572	4,698	4,824	4,951	5,076	2	025
3	3,692	3,819	3,946	4,072	4,199	4,325	4,452	4,578	4,704	4,831	4,957	5,083	3	038
4	3,697	3,824	3,951	4,077	4,204	4,331	4,457	4,584	4,710	4,837	4,963	5,089	4	050
5	3,702	3,829	3,956	4 082	4,209	4,336	4,463	4,590	4,716	4,843	4,970	5,096	5	063
6	3,706	3,833	3,961	4,088	4,215	4.341	4,468	4,595	4,722	4,849	4,976	5,102	6	076
7	3,711	3,838	3,966	4,093	4,220	4,347	4 474	4,601	4,728	4,855	4,982	5,109	7	088
8	3,716	3,843	3,971	4,098	4,225	4,352	4,480	4,607	4,734	4,861	4 988	5,115	8	100
9	3,720	3,848	3,976	4,103	4,230	4,358	4,485	4,603	4,740	4,867	4.995	5,121	9	113
	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°		

TABLE

Pour convertir les degrés du thermomètre dit de Réaumur *en degrés centésimaux.*

Degrés de Réaumur.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	0	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75	10,00	11,25
10	12,50	13,75	15,00	16,25	17,50	18,75	20,00	21,25	22,50	23,75
20	25,00	26,25	27,50	28,75	30,00	31,25	32,50	33,75	35,00	36,25
30	37,50	38,75	40,00	41,25	42,50	43,75	45,00	46,25	47,50	48,75
40	50,00	51,25	52,50	53,75	55,00	56,25	57,50	58,75	60,00	61,25
50	62,50	63,75	65,00	66,25	67,50	68,75	70,00	71,25	72,50	73,75
60	75,00	76,25	77,50	78,75	80,00	81,25	82,50	83,75	85,00	86,25
70	87,50	88,75	90,00	91,25	92,50	93,75	95,00	96,25	97,50	98,75
80	100,00	101,25	102,50	103,75	105,00	106,25	107,50	108,75	110,00	111,25
90	112,50	113,75	115,00	116,25	117,50	118,75	120,00	121,25	122,50	123,75
100	125,00	126,25	127,50	128,75	130,00	131,25	132,50	133,75	135,00	136,25
110	137,50	138,75	140,00	141,25	142,50	143,75	145,00	146,25	147,50	148,75
120	150,00	151,25	152,50	153,75	155,00	156,25	157,50	158,75	160,00	161,25
130	162,50	163,75	165,00	166,25	167,50	168,75	170,00	171,25	172,50	173,75
140	175,00	176,25	177,50	178,75	180,00	181,25	182,50	183,75	185,00	186,25
150	187,50	188,75	190,00	191,25	192,50	193,75	195,00	196,25	197,50	198,75
160	200,00	201,25	202,50	203,75	205,00	206,25	207,50	208,75	210,00	211,25
170	212,50	213,75	215,00	216,25	217,50	218,75	220,00	221,25	222,50	223,75
180	225,00	226,25	227,50	228,75	230,00	231,25	232,50	233,75	235,00	236,25
190	237,50	238,75	240,00	241,25	242,50	243,75	245,00	246,25	247,50	248,75
200	250,00	251,25	252,50	253,75	255,00	256,25	257,50	258,75	260,00	261,25

Diamètre du tube en millim.	Dépression en millim.
2	4,56
3	2,90
4	2,39
5	1,51
6	1,15
7	0,88
8	0,69
9	0,54
10	0,42
11	0,35
12	0,26
13	0,20
14	0,16
15	0,12
16	0,10
17	0,08
18	0,06
19	0,04
20	0,03

TABLE

Pour convertir les degrés du thermomètre de Fahreinheit *en degrés centésimaux.*

Degrés de Fahreinheit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	-17,78	-17,22	-16,67	-16,11	-15,56	-15,00	-14,44	-13,89	-13,33	-12,78
10	-12,22	-11,67	-11,11	-10,50	-10,00	- 9,44	- 8,89	- 8,33	- 7,78	- 7,22
20	- 6,67	- 6,11	- 5,56	- 5,00	- 4,44	- 3,89	- 3 33	- 2,78	- 2,22	- 1,67
30	- 1,11	- 0,56	±0,00	+0,56	1,11	1,67	2,22	2,78	3,33	3,89
40	4,44	5,00	5,56	6,11	6,67	7,22	7,78	8,83	8,89	9.44
50	10,00	10,56	11,11	11,67	12,22	12,78	13,33	13,89	14,44	15,00
60	15,56	16,11	16,67	17,22	17,78	18,33	18,89	19,44	20,00	20,56
70	21,11	21,67	22,22	22,78	23,33	23,89	24,44	25,00	25,56	26,11
80	26,67	27,22	27,78	28,33	28,89	29,44	30,00	30,56	31,11	31,67
90	32,22	32,78	33,33	33,89	34,44	35,00	35,56	36,11	36,67	37,22
100	37,78	38,33	38,89	39,44	40,00	40,56	41,11	41,67	42,22	42,78
110	43,33	43,89	44,44	45,00	45,56	46,11	46,67	47,22	47,78	48,33
120	48,89	49,44	50,00	50,56	51,11	51,67	52,22	52,78	53,33	53,89
130	54,44	55,00	55,56	56,11	56,67	57,22	57,78	58,33	58,89	59,44
140	60,00	60,56	61,11	61,67	62,22	62,78	63,33	63,89	64,44	65,00
150	65,56	66,11	66,67	67,22	67,78	68,33	68,89	69.44	70,00	70,56
160	71,11	71,67	72,22	72.78	73,33	73,89	74,44	75,00	75,56	76,11
170	76,67	77,22	77,78	78,33	78,89	79,44	80,00	80,56	81.11	81,67
180	82,22	82,78	83,33	83,89	84,44	85,00	85,56	86,11	86,67	87,22
190	87,78	88,33	88,89	89,44	90,00	90,56	91,11	91,67	92,22	92,78
200	93,33	93,89	94,44	95,00	95,56	96,11	96,67	97,22	97,78	98,33
210	98,89	99,44	100,00	100,56	101,11	101,67	102,22	102,78	103,33	103,89
220	104,44	105,00	105,56	106,11	106,67	107,22	107,78	108,33	108.89	109,44
230	110,00	110,56	111,11	111,67	112,22	112,78	113,33	113,89	114,44	115,00
240	115,56	116,11	116,67	117,22	117,78	118,33	118,89	119,44	120,00	120,55
250	121,11	121,67	122,22	122,78	123,33	123,89	124,44	125,00	125,55	126,11

ERRATUM.

Page 111, ligne 13, au lieu de $\frac{ct' - mt'}{m + t'}$, lisez $\frac{ct'}{m + t'}$.

CHIMIE.

DE L'EAU DANS QUELQUES RÉACTIONS CHIMIQUES,

Par M. F. Kuhlmann, Membre résidant.

L'influence qu'exerce la présence de l'eau dans quelques réactions chimiques a déjà été l'objet de plusieurs observations importantes. Proust a vu que l'acide nitrique d'une densité de 1,410 n'attaque pas l'étain, et que, par l'addition d'un peu d'eau, cet acide donne lieu à une action des plus énergiques. Plus récemment M. Pelouze a constaté, entre autres faits, 1.° que l'acide acétique d'une densité de 1,063 ne décompose pas le carbonate de baryte; 2.° que les carbonates de potasse, de soude, de plomb, de zinc, de strontiane, de baryte et de magnésie sont décomposés par l'acide acétique cristallisable; mais que l'énergie d'action est plus grande lorsqu'il y a addition d'eau, et que l'action sur ces carbonates est nulle lorsqu'on dissout l'acide dans l'alcool absolu; enfin que l'alcool anhydre, l'éther sulfurique, l'éther acétique masquent complètement les propriétés des acides les plus puissants : leur dissolution dans ces liquides ne rougit pas le papier de tournesol et n'attaque pas un grand nombre de carbonates.

« L'explication rationnelle, dit M. Pelouze, d'un fait aussi » bizarre (la nullité d'action de l'acide acétique mêlé d'alcool » sur le carbonate de potasse) ne me paraît pas chose facile à » trouver. On ne peut faire intervenir ici aucun phénomène

» d'insolubilité comme devant s'opposer à la formation de » l'acétate de potasse; car ce sel est soluble, non-seulement » dans l'alcool, mais encore dans un mélange d'alcool et d'acide » acétique. »

A ces observations sont venues s'en joindre d'autres faites par M. Braconnot; elles concernent plus particulièrement l'acide nitrique.

« Cet acide, concentré et bouillant, n'exerce absolument » aucune action sur des fragments de marbre blanc, non plus » que sur du carbonate de baryte en poudre. »

Cette nullité d'action est attribuée par le chimiste de Nancy à l'insolubilité des nitrates de chaux et de baryte dans l'acide nitrique concentré, et à l'affinité qui tient l'acide carbonique dans ses combinaisons.

M. Braconnot établit de même, d'une manière qui paraît concluante, que si ni l'étain, ni le fer, ni l'argent, ni le plomb ne sont attaqués par l'acide nitrique concentré, c'est que les nitrates de ces métaux sont insolubles dans cet acide. C'est à la même cause qu'il tend à attribuer tous les résultats obtenus par M. Pelouze.

Voici de nouveaux faits qui, tout en laissant subsister pour de certains cas, dans toute sa valeur, l'explication que donne M. Braconnot de ces divers phénomènes, prouveront, je pense, que cette explication ne peut pas être généralisée, et que d'autres motifs que ceux indiqués viennent souvent s'opposer à l'action des acides sur les bases ou leurs carbonates.

L'une des réactions chimiques les plus remarquables, c'est celle qui résulte du contact de l'acide sulfurique avec la baryte. On sait que la combinaison s'effectue quelquefois avec un tel développement de chaleur, que la masse de baryte devient incandescente, et qu'une partie de l'acide sulfurique s'échappe en vapeur. J'ai reconnu, à l'occasion de cette combinaison, des particularités qui me paraissent présenter quelque intérêt scientifique.

A Un fragment de baryte, mis en contact à froid avec de l'acide sulfurique fumant de Nordhausen, donne lieu aussitôt à une action très-vive. Cette action est plus énergique encore lorsqu'on emploie de l'acide sulfurique anhydre liquéfié à une température de 25° environ.

B Un fragment de baryte récemment calcinée, mis en contact à froid avec de l'acide sulfurique hydraté, ne renfermant qu'un atome d'eau (à 1,848 de densité), n'éprouve aucune altération; il ne se manifeste aucun signe de combinaison. Après quelque temps de contact l'action a lieu tout-à-coup, lorsque le mélange est exposé à l'air humide : elle peut être provoquée aussitôt en touchant par un seul point la baryte humectée d'acide sulfurique avec un fer chaud ou une baguette de verre préalablement trempée dans l'eau.

C Un fragment de baryte étant mis en contact à froid avec de l'acide sulfurique hydraté, d'une densité de 1,848, auquel on a d'abord ajouté une très-petite quantité d'eau, l'incandescence se manifeste aussitôt : l'action est également prompte en employant de l'acide plus affaibli; mais l'incandescence n'a plus lieu.

D De l'acide sulfurique d'une densité de 1,848, sans action à froid sur la baryte récemment calcinée, agit avec énergie sur la baryte qui a absorbé un peu d'humidité à l'air.

E De l'acide sulfurique hydraté, convenablement affaibli pour agir immédiatement sur la baryte, n'exerce plus aucune action à froid lorsque l'acide est mélangé avec de l'alcool absolu, de l'éther, ou de l'esprit de bois.

De ces différents résultats l'on doit conclure que dans l'acide sulfurique hydraté, renfermant un atome d'eau, l'eau ne peut être que difficilement déplacée de sa combinaison; elle neutralise en quelque sorte les propriétés de l'acide, car, même en présence d'une base aussi puissante que la baryte, l'acide n'agit qu'avec le secours d'une température élevée.

Il devient très-important de bien constater la densité de l'acide sulfurique, lorsque dans les réactions chimiques on fait usage de cet acide; car dans les expériences indiquées plus haut on a pu voir que cet acide se combine avec énergie avec la baryte, lorsqu'on le met en contact avec cette base à la température ordinaire, à l'état d'acide anhydre, d'acide fumant, ou enfin d'acide d'une densite plus faible que 1,848; mais qu'il cesse d'agir lorsqu'il a exactement la densité de 1,848.

Si l'acide anhydre ou l'acide fumant de Saxe ne se combinait pas avec la baryte avec une grande énergie d'action, on serait porté à admettre, pour justifier la nécessité d'affaiblir l'acide à 1,848 de densité, que la formation du sulfate de baryte ne peut avoir lieu dans ces circonstances que par la formation préalable de l'hydrate de baryte, aux dépens d'une partie d'eau faiblement retenue dans sa combinaison avec l'acide sulfurique; mais en présence des faits signalés, cette opinion ne saurait être admise. Dans l'emploi de l'acide à 1,848 de densité, la chaleur, aussi bien que l'addition d'un peu d'eau, provoque la réaction, et dans le dernier cas la présence de l'eau n'intervient sans doute que par le développement de la chaleur nécessaire. Ce développement peut être dû à des causes différentes; dans l'expérience C il peut être attribué à la combinaison d'une partie de l'eau de l'acide faible avec la baryte ou la formation de l'hydrate de baryte, et dans l'expérience D, c'est l'hydrate de baryte tout formé qui, plus favorable à la combinaison, donne lieu aussitôt à la formation du sulfate de baryte par son contact avec l'acide sulfurique à 1,848 de densité.

Les explications données par M. Braconnot de la nullité d'action dans certaines circonstances des acides sur les métaux, les bases ou les carbonates ne sauraient s'appliquer aux résultats des expériences que je viens de faire connaître; elles sont également peu satisfaisantes pour expliquer le phenomène observé par Proust et qui concerne l'action de l'acide nitrique

concentré sur l'étain, action qui donne lieu à la production d'un composé insoluble (l'acide stannique). Je crois que dans toutes les réactions signalées par MM. Proust, Pelouze et Braconnot, la grande stabilité des combinaisons des acides avec l'eau, lorsque ces combinaisons ont lieu dans les proportions indiquées par le poids de leurs atomes, exerce une grande influence, et que le mélange de l'alcool ou de l'éther avec les acides mis en usage a pour résultat, non seulement de donner un liquide non susceptible de dissoudre le produit qui pourrait naître de la réaction de ces acides sur les bases ou les carbonates, mais aussi d'empêcher toute action de se manifester en enlevant aux acides les parties d'eau qui ne sont pas retenues par une combinaison stable. L'expérience E vient à l'appui de cette opinion.

Dans le contact de l'acide nitrique avec les métaux, la présence d'un peu d'eau non combinée intervient sans doute aussi quelquefois pour faciliter la réaction. L'ammoniaque, dont j'ai constaté la formation avec le fer, le zinc, le cadmium, comme avec l'étain, tend à le faire admettre, mais cette influence ne saurait être facilement admise pour le plomb, le cuivre, l'argent.

Dans le cours de ces expériences j'ai reconnu que l'action de l'acide nitrique sur les métaux était toujours accompagnée de la formation d'une quantité d'ammoniaque plus ou moins considérable, suivant que les métaux ont la propriété de décomposer l'eau plus ou moins facilement.

Les métaux qui ne décomposent pas l'eau ne donnent pas de traces d'ammoniaque.

En opérant avec le potassium et le sodium je n'ai cependant pas obtenu de nitrate d'ammoniaque, ce que j'attribue à la haute température qui se produit et à laquelle le nitrate d'ammoniaque ne peut pas subsister. Ces expériences, avec les métaux à oxides alcalins, ne sont pas sans danger à cause des explosions violentes qui ont lieu au moment du contact de ces métaux avec l'acide nitrique

ARTS INDUSTRIELS.

ÉTUDE D'UN CHEMIN DE FER

DE LILLE A DUNKERQUE,

Par M. Davaine, Membre résidant.

EXPOSÉ DES MOTIFS QUI ONT DÉTERMINÉ LE CHOIX DU TRACÉ.

§ I.er

De la contrée à desservir et des produits probables du chemin de fer.

Une étude de chemin de fer suppose des recherches de nature bien différente.

Les unes ont pour objet le choix des meilleures dispositions à adopter, l'indication des travaux à faire et l'appréciation des dépenses : c'est la question d'art ;

Les autres, la connaissance des éléments d'activité que renferme la contrée à desservir et l'appréciation du revenu probable de l'entreprise; c'est ce que l'on pourrait appeler la question économique.

Celle-ci doit avoir la priorité, car, selon l'importance et la nature des transports, la construction du chemin doit être assujettie à des conditions plus ou moins sévères. C'est sous ce point de vue surtout que les ingénieurs doivent l'envisager. Ainsi restreinte, la question des relations et de la réciprocité d'influence qui existent entre la prospérité des chemins de fer et la

richesse publique offre encore de bien grandes difficultes; la science ne donne point de méthodes pour la résoudre ; tous ceux qui ont tenté d'en donner des solutions précises sont tombés dans l'erreur.

Généralement l'on base les prévisions sur la connaissance de la circulation antérieure. Cette méthode est plausible sans être bonne. Le tableau du présent donne toujours une idée fausse de l'avenir. Lorsque les fondateurs du chemin de fer de Manchester à Liverpool se rendirent compte de ses produits probables, ils attachèrent beaucoup plus d'importance au transport des marchandises qu'à celui des voyageurs et les marchandises ne donnent qu'environ les deux cinquièmes de leurs revenus. Mieux instruits, MM. Simons et de Ridder évaluèrent que la circulation des voyageurs entre Bruxelles et Anvers aurait été triplée par l'exécution de leur projet ; elle fut décuplée.

D'une part, en effet, tout perfectionnement d'une industrie élémentaire développe un progrès social dont le calcul ne saurait donner la mesure. D'autre part, il y a pour chaque nature de voie une circulation spéciale qui naît et qui cesse avec elle. Certes, sans le canal de Neuf-Fossé la ville de Saint-Omer n'enverrait point annuellement à Lille dix mille tonneaux de sable; et si l'on supprimait la navigation de la Deûle, la plaine d'Esquermes n'expédierait point chaque année en Belgique trente mille tonneaux de moellons crayeux. L'existence seule des routes n'aurait pas même fait soupçonner la possibilité de pareils résultats. Essayons donc de caractériser le service de chaque nature de voie, avant d'entrer dans la discussion des documents fournis par la statistique.

Pour des transports à de petites distances les routes ordinaires ont une supériorité évidente, par la multiplicité de leurs usages, la grande variété et l'extrême division des véhicules qu'elles admettent, et par leur contact immédiat avec des établissements de toute espèce. Les canaux, au contraire, en réduisant à un

taux très-bas le prix de la locomotion, sont préférables lorsque la longueur du trajet et l'importance de l'expédition couvrent les frais de camionnage, de chargement et de déchargement. Les chemins de fer ont aussi leur caractère propre : par la rapidité merveilleuse, la douceur et la continuité du mouvement, et par le bas prix de la traction, ils s'adaptent fort bien au transport de marchandises précieuses et beaucoup mieux encore à celui des voyageurs; ils font naître dans toutes les classes de la société des besoins et des plaisirs nouveaux; ils suscitent avec énergie une circulation qui n'existait pas. Mais, il faut en convenir, s'ils admettent l'emploi des moteurs inanimés avec leurs développements et leurs avantages, ils en ont aussi les inconvénients. Les frais d'établissement et d'entretien en sont considérables; la fixité de la ligne parcourue, celle des points de départ et d'arrivée; l'emploi indispensable de moteurs d'une grande puissance excluent les expéditions isolées et nécessitent un camionnage onéreux. Les chemins de fer ne peuvent prospérer sans de grands et de nombreux convois, c'est-à-dire hors des principaux foyers de consommation, d'industrie ou de commerce, en dehors d'une population concentrée. Il existe un grand nombre de *rail-ways* dont on parle peu, il en est trois au contraire qui préoccupent vivement l'attention publique et provoquent à un très-haut degré la sollicitude des gouvernements et l'activité des spéculateurs; tous trois remplissent les conditions de succès que nous venons d'indiquer.

Ces considérations rendront notre tâche facile. Nous jeterons un coup-d'œil sur le territoire compris entre Lille et la mer; nous le comparerons aux provinces dont Anvers et Bruxelles sont les capitales; aux comtés qui comprennent les puissantes villes de Liverpool et de Manchester; aux départements que desservent ou que devront desservir les chemins de fer de Paris, et nous espérons caractériser suffisamment ainsi de quel ordre doit être un chemin de fer de Lille à Dunkerque et quels produits il pourra fournir.

Il n'est point de voyageur qui, après avoir parcouru les plaines uniformes de la Flandre, ou les collines peu productives du Boulonnais, ne s'arrête avec plaisir à Cassel; il a déjà remarqué l'ordre parfait qui règne dans la campagne, l'aisance des cultivateurs, la propreté de leurs habitations, la vigueur de leurs attelages, le nombre et la beauté des bestiaux qui paissent dans des pâturages aussi multipliés que les habitations elles-mêmes; il n'a pas vu sans surprise une aussi grande variété de produits : sur les terres à labour des céréales, des légumineuses cultivées en grand, le tabac, le lin, le houblon; point de jachère; nul terrain perdu; une végétation nette comme celle d'un jardin bien tenu : sur les pâturages, des arbres admirablement conduits, dont les couronnes développées et vigoureuses donnent à l'ensemble du pays l'aspect d'une belle forêt. Il se hâte de chercher en s'élevant des points de vue qui lui permettent de saisir l'ensemble de tant de richesses et son admiration éclate lorsque, du plateau qui domine la ville, il découvre le plus beau panorama peut-être du monde cultivé.

Là, dans un rayon de peu d'étendue, l'on aperçoit vingt-six villes qui nourrissent plus de 100,000 habitants et cent trente villages dont les maisons éparses ne permettent pas de saisir les limites. Si les regards sont tristement arrêtés au Sud par les hauteurs dépouillées du Pas-de-Calais; à l'Est et dans toute autre direction, ils s'étendent indéfiniment sur des plaines également florissantes et jusqu'à la mer, où des voiles en mouvement révèlent encore une grande industrie. Un tel spectacle peut donner la hardiesse de mettre en parallèle ce riche pays avec les contrées les plus favorisées : les points de ressemblance ne doivent pas manquer.

Quant à l'objet qui nous occupe, l'on ne peut disconvenir que les villes de Lille et de Dunkerque n'offrent une analogie frappante avec les villes de Bruxelles et d'Anvers, de Manchester et de Liverpool. Il s'agit ici, comme en Belgique, comme en

Angleterre, de rattacher le port le plus important de la côte à la ville la plus industrieuse ou la plus opulente du voisinage.

Si l'on objectait que le port de Dunkerque est inférieur à celui de Liverpool, nous pourrions répondre que du moins il occupe le cinquième rang entre tous les ports de France, et qu'il offre une activité commerciale supérieure à celle d'Anvers. En effet : le mouvement de ce dernier port a été, en

1820	de	74000	tonneaux.
1822	de	79000	idem.
1824	de	89000	idem.
1826	de	115000	idem.
1828	de	127000	idem.
1829	de	149000	idem.
Total pour 6 ans...		633000	idem.
Moyenne.....		105000	idem.

Tandis qu'à Dunkerque il a été en

1820	de	105968	tonneaux.
1821	de	110697	idem.
1822	de	124814	idem.
1823	de	109952	idem.
1824	de	132683	idem.
1825	de	153805	idem.
1826	de	169672	idem.
Total pour 7 ans...		907591	idem.
Moyenne annuelle..		129656	idem.

Cette différence s'est encore accrue depuis 1830 ; car cette époque a été désastreuse pour la ville d'Anvers et n'a porté

aucune atteinte au commerce de Dunkerque. Les registres de la douane portent qu'en 1835

il y est entré.....	96859	tonneaux;
il en est sorti.....	69891	idem.
Total.....	166750	idem.

Ces mêmes registres constatent que le mouvement annuel des marchandises dans tous les ports de France est d'environ 2,300,000 tonneaux. Ainsi la ville de Dunkerque livre passage à la quatorzième partie de toutes les marchandises qui font l'objet du commerce maritime de la France.

On pourra juger de l'importance de ce commerce par les revenus de la douane : ils ont été en 1835, dans la principalité de Dunkerque, de 7,788,810 francs; c'est l'équivalent de ce que produisent les onze autres principalités du département, qui seul fournit la dixième partie de la totalité du revenu de la même espèce en France.

Cette activité si grande que nous venons de reconnaître au port de Dunkerque, c'est aussi le département qui presque seul a le privilège de l'alimenter. Des attachements tenus à l'écluse de Douai apprennent qu'il n'y passe annuellement que 138 bateaux venant de Dunkerque et allant au-delà de Cambrai et *vice versâ*. Or, chaque bateau a une capacité moyenne de 75 tonneaux, ainsi le port ne doit à la navigation des autres départements que 2,000 tonneaux, c'est-à-dire le seizième de son mouvement.

Au reste, la circulation sur nos canaux et sur nos routes est bien supérieure à l'activité des ports auxquels ils aboutissent.

Des notes détaillées prouvent qu'il passe annuellement aux écluses de Lille 290,000 tonneaux de marchandises dans 3,000 bateaux chargés, à quoi il faut ajouter le transit de 3,000 bateaux vides.

Sur les huit routes aboutissant à Lille, il a été constaté, à

une époque prise au hasard en octobre 1837, qu'il circule journellement 1,300 chevaux attelés à des voitures destinées au transport des voyageurs, et 1,800 chevaux attelés à des voitures chargées de marchandises. On supprime ici les chevaux de selle, les voitures de cultivateurs et les voitures vides. En prenant ce fait pour base et adoptant seulement 1,000 kilog. pour la charge ordinaire d'un cheval, ce qui est bien au-dessous de la vérité, on aurait pour la circulation annuelle des marchandises sur les routes de Lille 657,000 tonneaux.

Ce sont là des faits accomplis qui se reproduisent annuellement et sont en harmonie avec l'état actuel des communications. Ils ont bien quelque poids, mais, comme nous l'avons déjà dit, il faut se garder de les prendre pour base d'aucun calcul sur les développements que pourraient amener des communications d'un autre ordre. Ces développements, la facilité des transports les permet, mais la force productive du pays, sa capacité de consommation, ses ressources, en un mot, sont les seules causes qui les opèrent. Est-il quelque moyen d'apprécier la puissance de ces causes et d'en prévoir avec approximation les effets? Nous le pensons.

Il est hors de toute contestation aujourd'hui que la population se proportionne aux ressources. Y a-t-il accroissement de bien-être, il est presque immédiatement représenté par un accroissement équivalent dans la population; la source des revenus vient-elle à tarir, la population s'arrête et décroît.

Si ce principe est admis nous trouverons la force productive du pays et la mesure des développements probables que la création des chemins de fer y provoquera dans le chiffre de sa population, et, pour arriver à des résultats expressifs, nous reprendrons pour termes de comparaison les chemins de fer les plus heureusement situés.

Les lignes belges déjà construites, et sur lesquelles circulent un million de voyageurs par an, sont situées dans les provinces

d'Anvers, de Brabant et des Flandres-Orientales, dont la superficie est de 91 myriamètres carrés 22 centièmes. Leurs populations sont

	Dans les villes.	Dans les communes rurales.	Total.
Province d'Anvers.....	124,256	230,311	354,567
Province de Brabant.....	164,577	412,632	577,209
Flandres-Orientales.....	183,453	564,116	747,569
	472,286	1,207,059	1,679,345

Ce qui donne par myriamètre carré 18,410 habitans.

Or, une ligne droite de Lille à Dunkerque traverserait les arrondissemens de Lille, Hazebrouck et Dunkerque, et la province belge des Flandres-Occidentales, dont les populations sont :

Arrond.t de Lille.....	165,863	143,486	309,349
Id. d'Hazebrouck...	58,088	45,918	104,006
Id. de Dunkerque...	42,115	53,446	95,561
Totaux.....	266,066	242,850	508,916
Flandres-Occidentales....	165,508	450,396	615,904
Totaux.....	431,574	693,246	1,124,820

La superficie en étant de 55 myriamètres 2056, il s'y trouve par myriamètre carré 20,370 habitants; ce qui surpasse d'un dixième la population des provinces belges.

Nous avons distingué dans ces tableaux la population des villes de celle des campagnes, afin de faire ressortir un fait dont les personnes étrangères au département du Nord ne pourraient concevoir aucun soupçon; c'est que, bien qu'il ne s'y trouve aucune ville très-peuplée, la population des villes y est cependant très-forte, comparativement à d'autres contrées. Ainsi nous voyons que de Lille à la mer la population urbaine

est d'un peu plus de 7,800 habitants par myriamètre carré, tandis qu'elle n'est, de Bruxelles à Anvers, que d'un peu moins de 5,200. S'il était vrai que le voisinage des villes fût nécessaire à la prospérité d'un chemin de fer, et les exemples précités semblent le prouver, celui de Lille à Dunkerque ne serait point sous ce rapport dans des conditions désavantageuses. Sa supériorité sur les chemins belges déjà construits nous semble même établie d'une manière incontestable.

Nous avons déjà admis que le mouvement commercial de Lille à la mer doit être moindre que celui de Manchester à Liverpool. Nous aurions voulu rechercher leur importance relative ; les documents nous ont manqué ; mais nous serons plus heureux dans l'appréciation des populations. Il ne serait pas raisonnable de se borner à la comparaison des points de départ et d'arrivée : nous avons déjà dit que Lille et Dunkerque n'étaient rien, c'est la contrée dont Lille est le centre, c'est le port de Dunkerque qui ont ici de l'importance. Nous prendrons donc autour des deux villes anglaises un territoire à-peu-près équivalent à ceux que nous avons dû prendre en France et en Belgique ; nous prendrons les comtés de Lancaster et de Chester.

Leur population est : Lancashire...	1,074,000	habitants.
Chestershire..	275,500	»
Total...	1,349,500	habitants.

Leur superficie étant de 74 myriamètres 67, il y a par myriamètre 18,073 habitants, c'est-à-dire moins encore qu'en Belgique, onze pour cent de moins que sur notre ligne française.

Il nous reste à la comparer aux lignes qui doivent rayonner autour de Paris. La population de la capitale présente le chiffre énorme de 2,617,000 habitants par myriamètre carré ; mais on ne fera point de chemins de fer dans Paris, et ceux qu'on entreprendra, pour peu qu'ils aient d'étendue, atteindront les dépar-

tements voisins. Or, si l'on prend seulement les départements de la Seine et de Seine-et-Oise, la population moyenne est réduite à 23,200 habitants par myriamètre carré, ce qui se rapproche beaucoup de notre population du Nord. On tomberait tout-à-fait au-dessous si, au département qui renferme Paris, l'on ajoutait l'un quelconque des départements voisins. La route de Paris au Hâvre, si elle se fait, ne desservira qu'une population moyenne de 14,200 habitants par myriamètre carré, celle de Paris comprise.

La route de Lille à Dunkerque traversera donc un pays plus peuplé qu'aucune autre route de même étendue, et, d'après notre principe, ce pays serait aussi le plus riche et le plus puissant, c'est-à-dire le plus propre à lui fournir en peu de temps un grand revenu.

On n'arrive point à la découverte d'un tel fait sans éprouver quelque surprise, et, après les preuves les plus convaincantes, on voudrait encore d'autres preuves. Quoi, dira-t-on, cette Flandre française, où il n'existe pas une grande ferme, où les manufactures sont toutes modestes, cette Flandre où il règne si peu de luxe, serait l'un des pays les plus riches du monde ! cela n'est pas possible, et il n'est pas vrai que là où la population abonde la richesse doive affluer.

Que l'on conteste le principe, malgré son évidence, voici des faits qui nous semblent incontestables; c'est qu'il n'y a moyennement en France, sur 10,000 habitants, que 54 électeurs et qu'il y en a 64, c'est-à-dire un cinquième en sus dans le département du Nord. Dans ce même département la richesse est encore en rapport avec la population. En effet, dans les trois arrondissements de Lille, Hazebrouck et Dunkerque, où l'on compte 22,000 habitants par myriamètre carré, il y a pour 10,000 habitants 91 électeurs; dans les quatre autres arrondissements où la population moyenne n'atteint que le chiffre de 15,250, on ne compte aussi par 10,000 habitants que 44 électeurs.

L'on pourra encore objecter que la route de Lille à Dunkerque ne touche point aux docks de Liverpool, ni à une capitale comme Bruxelles et Paris, et qu'elle est parallèle à la frontière, tandis que les autres sont centrales.

Toutes ces objections sont très-fondées; sans doute la route de Lille à Dunkerque ne sera pas la meilleure des routes possibles; mais on doit croire qu'elle en approchera pourtant.

Nous ne pensons pas qu'en cherchant à la rendre plus centrale on réussît à l'améliorer; d'une part on s'éloignerait de la province des Flandres occidentales, où la population moyenne est de 19,000 habitants par myriamètre carré, pour se rapprocher du Pas-de-Calais et en particulier de l'arrondissement de Saint-Omer, où elle n'atteint que le chiffre fort inférieur de 9,600. D'autre part on se trouverait rejeté sur les canaux; on accorderait une nouvelle voie à un pays déjà si bien doté, et l'on négligerait de vivifier des cantons populeux où il ne manque que des communications pour faire naître et développer l'industrie manufacturière et commerciale. Enfin l'on n'aurait point de Lille à la mer la ligne la plus courte, et les rapports déjà reconnus de Dunkerque avec l'intérieur du département font sentir la nécessité de l'établir.

§ II.

Des conditions auxquelles il convient que le tracé de la route de Lille à Dunkerque soit assujetti.

Nous croyons avoir suffisamment prouvé dans ce qui précède que la route de Lille à Dunkerque pourra susciter un mouvement de voyageurs et de marchandises comparable à celui des meilleures routes connues : cela était nécessaire pour asseoir les bases de notre projet ; car si la circulation est faible, les frais de premier établissement doivent être réduits; dans le cas con-

traire, il ne faut pas craindre de les augmenter pour diminuer les dépenses annuelles d'exploitation. Sur la route monumentale de Liverpool à Manchester, l'intérêt du capital d'établissement, calculé à raison de 5 pour 100, n'excède pas la dépense annuelle, et sur la route de Bruxelles à Anvers, il n'en est que le quart. Sur cette dernière, l'entretien du chemin et du matériel d'exploitation forme la moitié des frais annuels.

Il y a donc de puissants motifs pour s'attacher à réduire les dépenses d'entretien ; or, les détériorations augmentent considérablement avec la vîtesse, et le chemin le meilleur, sous ce rapport, sera celui qui permettra d'atteindre la plus grande vîtesse moyenne en renfermant les vîtesses extrêmes dans les limites les plus étroites.

Il est une autre raison qui doit engager à éviter avec soin les trop grandes variations de vîtesse ; c'est que, dans les machines locomotives, la puissance est à la résistance dans un rapport invariable ; à chaque coup de piston correspond un égal mouvement de la roue, soit qu'elle monte, soit qu'elle descende, soit qu'elle entraîne un convoi lourd ou léger. A vrai dire, quand la résistance augmente, le mouvement se ralentit jusqu'à ce que la pression dans la chaudière lui soit équivalente ; mais, par la même raison, l'activité du feu diminue avec la masse de vapeur qui passe dans la cheminée, et tout contribue à faire décroître rapidement la vîtesse. Les défauts contraires se manifestent quand la résistance n'est point égale à la force de la machine. C'est une condition de la plus haute importance que de rendre autant que possible, sur tout le parcours d'un convoi, sa résistance uniforme.

Il faut pour cela que les pentes soient faibles.

Sur des rails horizontaux, la somme des résistances correspond à un mouvement ascensionnel de cinq millimètres par mètre environ. Si l'on donne aux rails des inclinaisons de trois millièmes, la résistance à la montée sera le quadruple de ce

qu'elle est à la descente. Avec des pentes de deux millièmes, ce rapport serait réduit à celui de 7 à 3. Les inégalités sont presque moitié moindres.

Cette pente de deux millièmes ne sera presque jamais excédée dans les chemins de fer qui règneront en Belgique entre Ostende, Gand, Courtrai, Anvers, Bruxelles et Louvain. L'on peut fort bien les prendre aussi pour limite entre Lille et Courtrai; et, si rien n'oblige à les dépasser de Lille à la mer, toutes les grandes villes des Flandres et du Brabant seront rattachées entre elles et à la mer par un développement de lignes de 450,000 mètres de longueur, à faibles pentes.

Ces grandes lignes seront la route de l'Angleterre en Allemagne ; elles sont tracées dans le pays du monde le plus peuplé, le plus riche de son agriculture et de son industrie ; elles entretiendront une circulation considérable de voyageurs et de marchandises; on ne pouvait éviter de s'imposer la limite de deux millièmes. En agir autrement ce serait donner trop d'avantage à la route d'Ostende à Gand; ce serait dédaigner la supériorité naturelle que notre pays doit à sa position géographique et à l'uniformité de ses plaines.

Une autre considération nous a encore rendu cette base obligatoire.

Quoi que l'on fasse, pour aller de Lille à la mer dans le département, il faudra rencontrer sur d'assez courtes distances des différences de niveau de 25 à 30 mètres, que l'on ne pourra franchir sans s'élever de 16 mètres au moins. Sur des chemins à grande vitesse, de fortes pentes, quand elles sont courtes, n'ont pas grand inconvénient. La vitesse acquise aide à les franchir, et l'on regagne sans trop d'excès à la descente ce que l'on a perdu à la montée. Mais il n'en est plus de même pour des rampes de 16 mètres de hauteur totale. Il faudrait une vitesse acquise de 18 mètres par seconde, c'est-à-dire de trente lieues à l'heure, pour qu'un convoi pût les franchir,

seconde, c'est-à-dire, de seize lieues à l'heure, pour qu'un convoi pût les franchir, en supposant que la machine surmontât seule tous les frottements. Dans la même hypothèse, la vîtesse due à l'inclinaison atteindrait encore, à la descente, 18 mètres par seconde; variation totale due aux pentes, 36 mètres par seconde. L'on sait bien que c'est là se placer dans une abstraction; que, sur des plans peu inclinés, l'on modère l'action de la machine à la descente, et qu'on l'active si l'on peut à la montée; mais cette abstraction fait du moins connaître assez clairement la nature et les limites des inconvénients des rampes prolongées.

S'ils sont graves pour des convois capables d'atteindre une grande vîtesse, ils le sont bien plus lorsque l'économie fait une loi de n'avoir qu'une vîtesse modérée. C'est ce qui a lieu pour le transport des marchandises. Que des convois ne parcourent que 4 mètres par seconde, leur vîtesse acquise ne pourra les porter bien haut, à moins d'un mètre au maximum idéal; elle s'éteindra dès le bas de la rampe, et la machine sera réduite à ses propres forces pour la franchir. Ainsi, quelque direction que l'on prenne, de Lille à Dunkerque, si les pentes sont de 3 millièmes, la résistance des convois y variera toujours du simple au quadruple, variation qui ferait osciller une petite vîtesse entre des limites exagérées.

On ne peut méconnaître toute la gravité d'une telle imperfection, quand on réfléchit au grand développement des lignes navigables qui vont de Lille à Dunkerque; la plus courte a 128,000 mètres de longueur; son trajet exige de six à douze jours, et le fret varie de 5^{f} 50^{c} à 7^{f} 50^{c}. Le roulage accéléré emploie un jour et fait payer 15 et 20^{f} par tonneau. Or, si l'on estime à 0^{f} 045 par tonneau et par kilomètre les frais de locomotion, ils seront pour le parcours entier de 3^{f} 27^{c}; en établissant le prix à 5^{f} 50^{c}, il resterait 2^{f} 23^{c} pour l'entretien du chemin, les intérêts et l'amortissement du capital, et le trajet à raison de 4 mètres par seconde n'exigerait que cinq heures et demie.

Tout porte à croire que les bons chemins de fer serviront le jour au transport des voyageurs et la nuit à celui des marchandises, et cette dernière application doit assurer à la route de Lille à Dunkerque un revenu considérable.

Nous avons jusqu'ici fait abstraction des sinuosités du chemin; elles ont cependant avec les rampes une liaison intime; comme les rampes ascendantes elles augmentent la résistance; au pied des rampes descendantes, là où les convois ont de grandes vîtesses, elles exposent au plus grand danger en donnant naissance à une pression latérale des roues contre les rails, qui, lorsqu'elle ne suffit pas pour les jeter hors de la voie, contribue du moins à détruire le chemin.

Nous avons dû nous rendre compte du premier de ces effets, et nous avons reconnu que la résistance d'une courbe de 1,000 mètres de rayon ne peut être supérieure à celle d'une rampe ascendante de 35 cent-millièmes; nous aurons donc satisfait pleinement aux conditions mathématiques du problème en ne prenant point de pentes de plus de 0^{m} 0015 par mètre dans les courbes de plus de 1,000 mètres de rayon; quant aux dangers de la vitesse tangentielle, l'expérience prouve qu'ils sont suffisamment atténués sur des courbes de 12 à 1,500 mètres de rayon; nous nous sommes assujettis à ne jamais descendre au-dessous de cette limite, et de plus nous nous sommes efforcés d'éviter les directions curvilignes, même les plus douces, attendu que le mouvement des roues y éprouve toujours de la gêne et qu'elles y ont un *va et vient* latéral fort fâcheux.

Nous sommes entrés dans de longs détails sur le choix des pentes, tant dans les parties droites que dans les courbes, parce que dans ces dispositions seulement nous avons cru devoir nous écarter un peu des bases adoptées par M. l'ingénieur en chef directeur Vallée.

§ III.

De la direction à préférer.

Telles sont les conditions générales auxquelles il nous a semblé que le chemin de fer de Lille à Dunkerque devait être assujetti. Pour achever de motiver le tracé auquel nous avons accordé la préférence, il nous reste à donner une idée de la forme du terrain et des localités qui seront desservies.

Pour aller de Lille à Dunkerque il faut passer d'abord du bassin de la Deûle dans celui de la Lys, et de là dans le pays aux Watteringues, soit en tournant les sources de l'Yser par Watten, soit en traversant la vallée où coule cette rivière.

Il est assez singulier que l'on puisse tourner ainsi un bassin sans avoir de très-grandes hauteurs à franchir. La rivière d'Aa, qui est perpendiculaire à la côte, tandis que l'Yser et la plupart des autres rivières du Nord lui sont parallèles, donne cette facilité; mais il n'y a nul profit à en user. Il est aussi difficile de passer de la Lys sur l'Aa que sur l'Yser, et par Watten la route s'alonge d'un tiers, outre qu'elle est rejetée sur les canaux navigables et loin de la ligne centrale de plus grande population.

La Bourre, affluent de la Lys qui descend de Staple et passe à Hondeghem et à Hazebrouck, et la Peéne, affluent de l'Yser qui prend sa source près de Saint-Silvestre-Cappel et passe également à Hondeghem; ces deux ruisseaux coulent parallèlement et en sens contraire; il est facile de passer à Hondeghem de l'un des deux bassins dans l'autre; la Peéne contourne Cassel et permet ensuite d'arriver fort directement sur Dunkerque. On arrive sur La Bourre en laissant à l'Est les hauteurs de Borre et de Pradelles.

Cette ligne évite les difficultés de terrain qu'offrent le mont des Cattes et le mont Cassel, ainsi que les collines qui se rami-

fient à leur pied et vont de l'un à l'autre ; mais elle est très-développée et elle suit encore, sur une certaine étendue, la ligne navigable qui va jusqu'à Hazebrouck.

Entre le mont des Cattes et les hauteurs de Borre et de Pradelles, se présentent, sur les coteaux que traverse la route royale N.° 42, une série de dépressions qui se correspondent. On peut avec d'autant plus d'avantage y placer le chemin de fer qu'elles donnent la facilité de s'élever graduellement jusqu'au col, que le tracé en est plus court, et qu'il mène directement aux villes d'Armentières et de Bailleul.

En prolongeant cette ligne jusqu'à Saint-Sylvestre on peut de là passer directement dans la vallée de la Peene ou se jeter à l'Est de Cassel sur d'autres affluents de l'Yser qui coulent vers Steenvoorde ; il reste ensuite à traverser le coteau qui sépare Steenvoorde de Winnezeele pour être dans la vallée de l'Yser proprement dite.

Cette ligne n'est guère moins longue que celle de la Peene ; Elle est un peu moins facile ; nous avons pensé que l'autre était préférable ; mais il en est une que nous croyons supérieure à toutes celles que nous venons d'énumérer ; elle est la plus courte qu'il soit possible de tracer sans emprunter le territoire belge.

A la limite des territoires de Flêtre, Caestres, Eecke et Godewaersvelde naissent deux ruisseaux, dont l'un se rend dans l'Yser par Steenvoorde et l'autre dans la Lys par Flêtre ; ils coulent en sens contraire et suivant deux lignes dont l'une est le prolongement de l'autre. Par un accident heureux, le coteau qui les sépare, et que la proximité du mont des Cattes devrait rendre fort élevé, se trouve remplacé par une vallée transversale, où coule un autre affluent de la Lys, qui se dirige vers Hazebrouck. C'est par ce point remarquable que nous avons fait notre tracé. En profitant d'une dépression qui existe entre Steenvoorde et Winnezeele et dirigeant la ligne, soit au Nord de Quaëdypre, soit au Sud de Socx, on arrive fort directe-

ment à Dunkerque, sans avoir à surmonter aucune difficulté qui mérite d'être citée.

L'on pourra objecter contre cette ligne qu'elle est tracée dans un terrain fort accidenté. Nous répondrons, par la présentation des profils; qu'elle s'écarte des villes d'Estaires, Merville et Hazebrouck; mais elle passe à Armentières, Steenwerck et Bailleul. Armentières est plus industrieuse et plus commerçante, a plus de relations avec Lille et Dunkerque qu'aucune ville de l'arrondissement d'Hazebrouck; Steenwerck a 4,000 habitants et n'a ni pavé ni cailloutis, ni même un chemin vicinal de grande communication; Bailleul est la ville la plus peuplée de l'arrondissement d'Hazebrouck et ne peut alimenter son industrie que par voitures, car Bailleul est plus industrielle qu'Hazebrouck.

Pour être plus éloigné du fond de la vallée, ce tracé ne dessert pas pour cela un pays moins peuplé. Ce que nous avons dit de l'agriculture de la Flandre fait assez présumer que les coteaux n'y sont pas improductifs. Au reste, nous pourrons encore ici recourir à notre critérium ordinaire, la population moyenne.

Le tracé partant de Lille, traversant les territoires d'Armentières, Bailleul, Steenvoorde, Wormhoudt, Bergues et aboutissant à Dunkerque, nous pourrions être taxé de partialité en faisant entrer en ligne de compte la population urbaine. Quelle autre direction serait plus favorisée sous ce rapport? Nous ne prendrons que les communes dont la population est moindre que 3,000 habitants. Celles dont le territoire est traversé par le chemin de fer projeté ont une population moyenne de 13,550 habitants par myriamètre carré. Le même calcul appliqué à la totalité du département ne donne que 11,110 habitants pour la même surface. Ainsi la ligne qui traverse la montagne ne s'écarte point de la population et des produits; loin de là, elle en a de plus assurés. Elle établit par la voie la plus courte une jonction de la Deûle prise à Lille avec la Lys à Armentières, de la Deûle et de la Lys avec les canaux de Bergues et de Dunkerque. Si la

traction y est plus chère que sur les canaux, les frais en seront diminués par la réduction de la distance et elle est telle que le chemin de fer pourra lutter avantageusement avec la navigation. D'un autre côté il facilitera l'exploitation d'un pays presque généralement privé de routes et où la construction des canaux est impossible.

TRACÉ DU CHEMIN.

Ce chemin part d'un point voisin du pont à bascule des Moulins, où il traverse la route royale à niveau; il cotoie sur 600 mètres de longueur le chemin de fer de Paris à Lille projeté par M. le directeur Vallée, puis il s'en détache par une courbe de 1410 mètres de rayon, de manière à venir couper la route royale N.° 41, presque à angles droits, à 130 mètres de l'extrémité de la partie agglomérée du village d'Esquermes. Cet espace, dépourvu de constructions, suffira pour établir la rampe de 4 centimètres par mètre nécessaire pour que la route royale traverse le chemin de fer à l'aide d'un viaduc. De là, le chemin de fer se dirige en ligne droite sur le canal de la Deûle, qu'il traverse aussi presque à angles droits immédiatement en amont du Pont-à-Fourchon; à 150 mètres de ce point, il suit, sur 1700 mètres de longueur, une courbe de 4000 mètres de rayon et se dirige ensuite en ligne droite vers la limite des territoires de Lomme et d'Ennetières. Il traverse presque à angles droits la route de Lomme à Fournes, près du château de la Grandville. Quoique les rails passent à $5^{m}\ 0^{c}$ au-dessus du niveau des eaux de la navigation de la Deûle et qu'ils s'élèvent par une pente de deux millièmes, depuis la Deûle jusques vers le moulin d'Ennetières, ils arrivent à 10 mètres au-dessous du niveau actuel de la route de Lomme à Fournes, qui sera établie en rampes aux abords du chemin de fer, pour le traverser sur un viaduc de 6 mètres seulement de hauteur.

A Ennetières et au sommet de la rampe de deux millièmes, la direction du chemin s'infléchit vers Armentières par un arc circulaire de 4000 mètres de rayon et 2500 mètres de longueur totale, après quoi il forme une seule ligne droite de 6600 mètres de longueur jusqu'à 500 mètres de la Lys. Sur dix chemins que cette ligne traverse, neuf sont coupés à angles droits. Sa pente est descendante et de deux millièmes jusqu'à 1000 mètres d'Armentières. C'est à l'extrémité agglomérée de la ville qu'il passe horizontalement et au niveau du faubourg. La rue qu'il traverse en ce point n'est pavée qu'en partie.

A la sortie d'Armentières, entre cette ville et la Lys, la route départementale N.° 9 est traversée à angles droits et presque à son niveau ; mais comme elle n'est point bordée de constructions, il sera possible d'établir des rampes d'un vingtième pour la faire passer sur un viaduc.

La Lys est également traversée à angles droits ; les rails sont à 5^{m} 25^{c} au-dessus des eaux de navigation ordinaires. Le pont sera fixe. Le chemin de fer a en ce point et sur 1500 mètres de longueur une courbure de 4000 mètres de rayon.

Depuis 1000 mètres avant Armentières jusqu'auprès du Nouveau-Monde, sur 9000 mètres de longueur, il est horizontal, et depuis la courbe précédemment indiquée jusqu'à Bailleul, sur 10000 mètres de longueur, il est en ligne droite; il ne traverse dans cette partie aucun ruisseau important ni aucun chemin pavé ou empierré.

La ville de Bailleul étant sur une hauteur, on ne pouvait la toucher ; néanmoins la ligne droite ci-dessus décrite ne passe qu'à 700 mètres de l'agglomération; elle traverse en ce point à niveau le chemin de grande communication de Bailleul à Estaires et Merville. De ce point jusqu'après le chemin de Méteren, sur 3200 mètres de longueur, le chemin de fer suit deux courbes de 4500 mètres et 5000 mètres de rayon, puis une droite de 1000 mètres de longueur.

Du Nouveau-Monde en ce point, il a une pente ascendante de deux millièmes, longue de 7800 mètres.

Jusqu'ici le chemin projeté est parallèle à la route royale N.° 42. C'est à cette disposition qu'il faut attribuer la direction perpendiculaire sous laquelle il coupe presque tous les chemins. A Flêtre il se rapproche de la normale à la route royale par une courbe de 2000 mètres de rayon et 1800 mètres de longueur. Dans toute l'étendue de cette courbe la pente ascendante du chemin est réduite à un millième et demi.

La route royale N.° 42 est traversée à un mètre au-dessous de son niveau actuel à 500 mètres de Flêtre. Comme elle n'est pas bordée de constructions, elle sera relevée en pentes d'un vingtième pour passer sur un viaduc.

De la courbe précédente jusqu'au ruisseau qui descend sur Caestres le chemin de fer suit une ligne droite longue de 2600 mètres et conserve une pente ascendante de deux millièmes, de manière à passer à $0^{m}66^{c}$ au-dessus des bords de ce ruisseau. C'est à l'extrémité de cette droite que se trouve son point culminant; il est à $40^{m}96^{c}$ au-dessus du niveau moyen de la mer, à Dunkerque. A cause de la forme singulière du terrain, il se trouve placé entre deux tranchées; celle qui le précède a $18^{m}73^{c}$ de plus grande profondeur, mais elle est très-courte; à 350 mètres environ en-deçà et au-delà, elle est réduite à une profondeur de 4 mètres seulement.

Celle qui le suit a une profondeur maximum de $21^{m}76^{c}$; elle est aussi courte que la première, car à 200 mètres en-deçà et au-delà elle se trouve réduite, d'une part, à $9^{m}50^{c}$, de l'autre, à $6^{m}50^{c}$, et elle ne cesse pas ensuite de décroître rapidement.

Les sommets des coteaux où se trouvent ces tranchées sont deux cols où se réunissent les chemins transversaux. Sans grand détour et à cause de la grande déclivité du terrain ils sont tous ramenés, parallèlement au chemin de fer, à deux viaducs établis en des points où la tranchée ne présente que la

profondeur convenable. Ainsi la particularité qui a fait choisir ce passage restreint encore le nombre des ouvrages d'art et les ramène aux proportions les plus avantageuses.

Les tranchées dont nous venons de parler sont les plus fortes de toute la ligne et presque les seules qui méritent une mention particulière.

En sortant de la seconde le chemin de fer fait une double inflexion dont les rayons sont de 1500 mètres et 2000 mètres. La longueur de ces courbes est de 2600 mètres et la pente y est réduite à un millième et demi. Cette pente redevient de deux millièmes sur la ligne droite, longue de 3000 mètres, qui passe contre la partie agglomérée de Steenvoorde. C'est en face de cette ville que se présente le plus haut remblai; il varie de 10 à 11 mètres sur 500 mètres de longueur. Les chemins d'Eecke et de Terdeghem passent en conséquence sous des viaducs. A 250 mètres de l'agglomération est coupée, sous un angle de 45° environ, la petite route de Steenvoorde à Cassel. Les rails étant à 4 mètres au-dessus de son niveau actuel et cette route pouvant être baissée, elle passera aussi sous un viaduc. De Steenvoorde à Winnezeele, sur 3600 mètres de longueur, la route suivant deux courbes de 1500 mètres et 2000 mètres de rayon placées dans une rampe, sa pente est réduite à un millième et demi. Ces courbes sont motivées par la forme du terrain, comme on en jugera par les plans et les profils. De Winnezeele à Wylder la route ne forme qu'une seule ligne droite, longue de 8800 mètres. La pente y est descendante à raison de deux millimètres par mètre jusqu'auprès de l'Yser, sur 6200 mètres de longueur, puis elle est nulle sur 1200 mètres, après quoi elle devient ascendante à raison de deux millièmes, sur une longueur de 2400 mètres, pour traverser le coteau de Quaëdypre, le seul mouvement de terrain par lequel on soit contrarié depuis Steenvoorde jusqu'à Dunkerque.

De Steenvoorde à Wylder on ne rencontre que des chemins

de terre et un seul ruisseau considérable, l'Yser, dont les bords sont à 6 mètres au-dessous des rails.

Cette partie de route passe à 3000 mètres du centre de Wormhoudt.

Entre Wylder et Quaëdypre, sur 2000 mètres de longueur, la route a un rayon de 6000 mètres ; puis elle suit une droite de 6000 mètres, passant à 700 mètres des saillants des glacis de la place de Bergues. Dans cette partie sa pente est descendante à raison de deux millièmes; néanmoins elle offre encore un remblai de 4 mètres moyennement de hauteur et de 7m50 au maximum. Aux abords de Bergues, elle traverse presque à angles droits et sur un viaduc la route royale N.° 16 de Paris à Dunkerque, qu'il suffira de baisser à cet effet de 1m50c au point de croisement.

Le canal navigable de la Colme sera traversé sur un pont fixe oblique. Les rails y sont à 4m45c au-dessus du niveau des eaux de navigation.

Au-delà de la Colme se présente une courbe de 2,600 mètres de longueur et 4500 mètres de rayon qui ramène le chemin de fer parallèlement à la route royale N.° 16 ; il conserve ensuite une direction rectiligne jusqu'à l'île Janty, où il arrive en traversant la route royale de Calais à Dunkerque, à niveau, et le canal de Mardick sur un pont tournant.

Il serait bien convenable que le point d'arrivée fût fixé à l'île Janty ; il se trouverait dans un vaste emplacement presque inoccupé, et l'on peut fort aisément diriger de ce point des embranchements, soit en ville, soit le long des bassins et en divers points du port ; néanmoins M. le directeur Vallée ayant prolongé sa ligne jusqu'en face de la tour du Nord, on s'est attaché à suivre ponctuellement son tracé et l'on a adopté son évaluation pour les mille derniers mètres.

Les 4600 mètres qui précèdent le canal de Mardick ont une pente ascendante de 0m 00035. Dans l'île Janty, pour ralentir

les convois à l'arrivée et leur donner une impulsion au départ, la pente est de deux millièmes environ; elle porte les rails au niveau des tablettes du mur de quai du port.

Pour plus de précision nous donnons ci-après le tableau des directions et des pentes du chemin dans toute son étendue.

L'on verra qu'à part les courbes des points de départ et d'arrivée, les rayons sont partout de 1500 mètres au moins. Au point de raccordement, à Lille, avec la route de Paris, le rayon n'est que de 1210 mètres; on pourrait le prendre plus étendu en s'astreignant moins à couper la route royale N.° 41 à angles droits; mais cette courbe ne devant point être parcourue avec beaucoup de vitesse, le rayon de 1210 mètres a semblé suffisant. On ne parle pas des courbes qu'affecte le chemin derrière le bassin de la marine à Dunkerque et le long du port. Il est très à présumer que le point de stationnement sera placé à l'île Janty. Ces courbes ne seront donc fréquentées que par les marchandises et d'ailleurs elles le seront toujours avec peu de vitesse. Enfin, l'on remarquera que la pente n'excède nulle part deux millièmes; qu'elle est réduite à un millième et demi dans les courbes de 1500 à 2000 mètres de rayon et que la somme des pentes ascendantes n'est que de $41^{m}95^{c}$.

TABLEAU

DES DIRECTIONS ET DES PENTES DU CHEMIN PROJETÉ.

NUMÉRO des PIQUETS.	LONGUEURS en lignes droites.	LONGUEURS en lignes courbes	RAYONS des courbes	Différence de longueur des rails de la même voie.		PENTES ascendantes par mètre	PENTES ascendantes totales	PENTES descendantes par mètre	PENTES descendantes totales
de 1 à 4	»	550	+ 1210	0,68	»	0,002	1,100	»	»
de 4 à 7	»	558	—1410	»	0,59	0,002	1,116	»	»
de 6 à 14	»	1492	—1410	»	1,58	»	»	0,000961	1,434
14	»	100	—1410	»	0,11	0,00000	0,000	0,00000	0,000
de 14 à 22	1450	»	»	»	»	0,00000	0,000	0,00000	0,000
de 21 à 22	»	50	+ 4000	0,02	»	0,00000	0,000	0,00000	0,000
de 22 à 32	»	1850	+ 4000	0,68	»	0,002	3,700	»	»
de 31 à 42	2150	»	»	»	»	0,002	4,300	»	»
de 42 à 45	500	»	»	»	»	»	»	0,002	1,000
de 44 à 55	»	2130	—4000	»	0,81	»	»	0,002	4,260
de 55 à 72	3370	»	»	»	»	»	»	0,002	6,740
de 72 à 85	2600	»	»	»	»	»	»	0,00079	2,046
de 85 à 88	500	»	»	»	»	0,00000	0,000	0,00000	0,000
de 87 à 95	»	1500	+ 4000	0,56	»	id.	id.	id.	id.
de 95 à 127	6337	»	»	»	»	id.	id.	id.	id.
de 127 à 144	3300	»	»	»	»	0,002	6,60	»	»
de 143 à 153	»	1840	—4500	»	0,61	id.	3,680	»	»
de 151 à 154	260	»	»	»	»	id.	0,520	»	»
de 154 à 161	»	1260	+ 5000	0,38	»	id.	2,520	»	»
de 160 à 166	1140	»	»	»	»	id.	2,280	»	»
de 166 à 175	40	»	»	»	»	0,0015	0,060	»	»
	»	1760	—2000	1,32	»	0,0015	2,640	»	»
	»	40	+ 2000	0,03	»	0,002	0,080	»	»
de 175 à 188	2560	»	»	»	»	0,002	5,120	»	»
de 188 à 190	»	400	+ 3000	0,20	»	»	»	0,002	0,800
de 190 à 192	350	»	»	»	»	»	»	id.	0,700
de 192 à 193	»	100	—2000	»	0,08	»	»	id.	0,200
de 193 à 198	»	800	id.	»	0,60	»	»	0,00152	1,216
de 197 à 201	»	710	+ 1500	0,07	»	»	»	id.	1,079
de 200 à 206	»	1052	—1500	»	0,11	»	»	id.	1,599
de 206 à 221	3000	»	»	»	»	»	»	0,002	6,000
de 221 à 224	»	450	+ 1720	0,39	»	»	»	0,0015	0,675
de 223 à 231	»	1450	+ 1500	0,15	»	»	»	id.	2,175
de 230 à 239	»	1700	—2050	»	1,24	»	»	id.	2,550
de 239 à 270	6200	»	»	»	»	»	»	0,002	12,400
de 270 à 276	1200	»	»	»	»	0,00000	0,000	0,00000	0,000
de 176 à 284	1600	»	»	»	»	0,002	3,200	»	»
de 284 à 288	»	800	—6000	»	0,02	id.	1,600	»	»
	36557	20592		4,48	5,75		38,516		44,874

NUMÉRO des PIQUETS.	LONGUEURS en lignes		RAYONS des courbes	Différence de longueur des rails de la même voie.		PENTES			
						ascendantes		descendantes	
	droites.	courbes				par mètre	totales	par mètre	totales
Report...	36557	20592	»	4,48	5,75	»	38,516	»	44,874
de 288 à 296	»	1500	»	»	»	0,00000	0,000	0,00000	0,000
de 295 à 298	500	»	»	»	»	id.	id.	id.	id.
de 298 à 327	5800	»	»	»	»	»	»	0,002	11,600
de 327 à 336	»	1800	—4500	»	0,60	»	»	id.	3,600
de 336 à 340	»	800	id.	»	0,26	0,00000	0,000	0,00000	0,000
de 340 à 363	4600	»	»	»	»	0,00035	1,610	»	»
de 363 à 365	260	»	»	»	»	0,0021	0,546	»	»
de 365 à 367	»	400	— 600	»	1,00	id.	0,840	»	»
de 367 à 369	400	»	»	»	»	id.	0,840	»	»
de 369 à 372	»	600	— 500	»	1,20	»	»	0,00058	0,350
	48117	25692		4,48	8,81		42,352		60,424

Tel est le profil en long du chemin projeté.

Son profil en travers présente dans les parties en déblai une plate-forme de 7^m 30 de longueur, ayant 15 centimètres de bombement; elle est bordée de fossés de 1^m 50 de largeur dans le haut, 0^m 50 dans le bas et 0^m 50 de profondeur; les talus de l'excavation sont inclinés à 45°. Dans les parties en remblai les dimensions sont les mêmes, à l'exception de celles des talus, qui ont un et demi de base pour un de hauteur.

Les rails d'une voie sont espacés de 1^m 50, et les voies entr'elles de la largeur d'une voie. Le dessus des rails est au niveau du dessus du bombement du profil.

Dans l'estimation des terrasses l'on a supposé que le profil transversal du terrain était représenté par une droite horizontale, et l'on a multiplié la section moyenne des déblais ou remblais de chaque entre-profil par la longueur de cet entre-profil, pour avoir le cube correspondant. Voir à cet égard la note 2. L'on suppose que les travaux d'art seront exécutés en maçonnerie de briques, en bois et en fonte, avec toute l'économie possible.

ESTIMATION DE LA DÉPENSE.

L'exécution du chemin tel qu'il vient d'être décrit donnerait lieu aux dépenses suivantes, estimées d'après la série des prix adoptée par M. le directeur Vallée pour l'étude des chemins de fer du Nord.

Cas de 2 voies.

PREMIÈRE PARTIE. — DE LA PORTE DE PARIS A LILLE AU PIQUET N.° 146, A BAILLEUL. (LONGUEUR, 28937^{m} 00.)

1.° *Terrassements.*

423,861 mètres cubes de déblais à transporter à une distance moyenne de 2,200 mètres, à 0^{f} 895 environ l'un		379,549^{f} 01^{c}

2.° *Aqueducs, ponceaux, etc.*

14 aqueducs ayant de 0^{m} 60^{c} à 2^{m} 00^{c} d'ouverture, à 787^{f} 85^{c}, l'un, prix moyen,	11,030^{f} 85^{c}	
Une arche pour la traverse du canal de la Deûle.	9,600 00	
Total.	20,630^{f} 00^{c}	20,630 00

3.° *Viaducs.*

4 viaducs sous le chemin de fer, à 7,200^{f} 00^{c} l'un	28,800^{f} 00^{c}	
3 viaducs sur le chemin de fer, à 21,666^{f} 67^{c} moyennement l'un. .	65,000 00	
Total.	93,800^{f} 00^{c}	93,800 00
A reporter . . .		493,979^{f} 01^{c}

Report.		493,979f 01c

4.° Ouvrages divers.

32 ouvrages pour traverses à niveau, à 1,500f 00c l'un. . . .	48,000f 00c	
11 barrières et maisons de gardes, à 4,500f 00c l'une.	49,500 00	
1 pont sur la Lys, estimé	48,000 00	
Dépenses supplémentaires détaillées à l'avant-projet.	14,076 77	
Total.	159,576f 77c	159,576 77

5.° Rails, chars, dés, etc.

28,937 mètres courants de double voie, à 80f 00c l'un	2,314,960 00

6.° Indemnités.

489,017 mètres carrés de terrain à acquérir, à 0f 677 environ	331,416f 80c	
Indemnités pour bâtiments. . . .	12,500 00	
Total.	343,916f 80c	343,916 80

7.° Somme à valoir.

Pour gares, changements de voie, fondations sur pilotis, épuisements, expertises, frais de procès et objets imprévus.	387,567 42
Total.	3,700,000f 00c

DEUXIÈME PARTIE. — DU PIQUET N.° 146, A BAILLEUL, JUSQU'AU CANAL DE MARDICK, A DUNKERQUE. (LONGUEUR, 43,212m 00c.)

1.° Terrassements.

1,139,375 mètres cubes de déblais ou de terres d'emprunt à

transporter à une distance moyenne de 3,125 mètres, à 0f 969 l'un environ		1,103,063f 56c
2.° *Aqueducs, ponceaux, etc.*		
36 aqueducs ayant de 0m 60c à 4m 00c d'ouverture, à 1,233f 33c moyenn.t l'un,	44,400f 00c	
Une arche pour la traverse du canal de la Colme	9,600 00	
Total	54,000f 00c	54,000 00
3.° *Viaducs.*		
1 viaduc sous le chemin de fer . .	7,800f 00c	
10 viaducs sur le chemin de fer, à 14,000f 00c l'un, moyennement,	140,000 00	
Total. . . .	147,800f 00c	147,800 00
4.° *Ouvrages divers.*		
32 ouvrages pour traverses à niveau, à 1,500f 00c l'un.	48,000f 00c	
10 barrières et maisons de gardes à 4,500f 00c	45,000 00	
1 pont mobile sur le canal de Mardick, estimé	30,000 00	
Dépenses supplémentaires détaillées à l'avant-projet.	9,427 56	
Total	132,427f 56c	132,427 56
5.° *Rails, chars, dés, etc.*		
43,212 mètres courants de double voie, à 80f 00c l'un		3,456,960 00
A reporter. . . .		4,894,251f 12c

Report.		4,894,251f 12c
6.° *Indemnités.*		
824,100 mètres carrés de terrain à acquérir, à 0f 436c environ l'un.	359,411f 80c	
Indemnités pour bâtiments. . . .	14,000 00	
Total.	373,411f 80c	373,411 80
7.° *Somme à valoir.*		
Pour gares, changements de voie, fondations sur pilotis, épuisements, expertises, frais de procès et objets imprévus		532,337 08
Total.		5,800,000f 00c

TROISIÈME PARTIE. — DU CANAL DE MARDICK A L'EXTRÉMITÉ DU MUR DE QUAI DU PORT. — PREMIÈRE SECTION. — ILE JANTY. (LONGUEUR, 666m 00c.)

1.° *Terrassements.*	
3,584 mètres cubes de déblais à transporter à 1,000 mètres environ, à 0f 794 environ l'un.	2,845f 60c
2.° *Ouvrages divers.*	
Une traverse à niveau, une barriére avec maison de garde.	6,000 00
3.° *Rails, chars, dés, etc.*	
660 mètres courants de double voie, à 80f 00c l'un.	52,800 00
A reporter	61,645f 60c

Report.		61,645f 60c

4.° Indemnités.

11,080 mètres carrés de terrain à acquérir, à 1f 00c l'un.	11,080f 00c	
Indemnités pour bâtiments. . . .	5,000 00	
Total. . . .	16,080f 00c	16,080 00

5.° Somme à valoir.

Pour gares, etc., comme ci-dessus.	7,274 40
Total.	85,000f 00c

DEUXIÈME SECTION, ALLANT DE L'ILE JANTY A L'EXTRÉMITÉ DU PORT. (LONGUEUR, 1,000m.)

1,000 mètres courants, à 220f 00c l'un, suivant estimation de M. Vallée	220,000 00
Total.	305,000f 00c

Récapitulation.

Indications.	Longueurs.	Prix.
1.re partie. De Lille à Bailleul.	28,937m	3,700,000f
2.e partie. De Bailleul au canal de Mardick.	43,212	5,800,000
Totaux	72,149	9,500,000
3.e partie, 1.re section. Ile Janty.	660	85,000
Totaux	72,809	9,585,000
3.e partie, 2.e section. De l'île au port . .	1.000	220,000
Totaux	73,809	9,805,000

En supprimant la 2.e section de la 3.e partie, c'est-à-dire en terminant le chemin à l'île Janty, l'estimation qui précède en fait monter le prix à 525,000f environ par lieue de 4,000m 00c.

Cette estimation repose sur une série de prix calculée d'après

des éléments qui datent de l'origine des études des grandes lignes. M. le directeur Vallée reconnaît, au chapitre X de son exposé, que quelques-uns de ces prix sont faibles. D'un autre côté, il faut tenir compte du renchérissement que l'exécution d'aussi grands travaux, et peut-être simultanément de plusieurs autres lignes, ne manquerait pas d'occasioner dans la main-d'œuvre et le prix du fer, de la nécessité où l'on pourra se trouver d'opérer rapidement, de la convenance de donner plus de largeur et de résistance à la voie à rouage, etc. Nous pensons donc que la prudence obligera soit l'état, soit une compagnie exécutante, à réserver pour ces dépenses imprévues une somme à valoir plus forte que celle du dixième environ de la valeur calculée, comme on l'a fait ci-dessus.

M. le directeur Vallée porte la somme à valoir au tiers de la dépense ; nous adopterons cette limite. Regardant, comme il le fait, l'ajournement de la seconde voie comme amenant une réduction du cinquième dans les dépenses étrangères aux rails, et la suppression de cette seconde voie comme élevant la réduction au quart, nous aurons pour les différents cas les estimations suivantes :

INDICATION DES LIGNES.	LONGUEURS.	ESTIMATION DE LA DÉPENSE.		
		2 voies.	2.e voie	
			ajournée	supprimée.
	Mètres.	Francs.	Francs.	Francs.
1.re partie. De Lille à Bailleul . . .	28,937	4,420,000	2,690,000	2,620,000
2.e partie. De Bailleul au canal de Mardick	43,212	7,000,000	4,350,000	4,230,000
Totaux.	72,149	11,420,000	7,040,000	6,850,000
3.e partie, 1.re section. Ile Janty .	660	104,000	63,000	62,000
Totaux.	72,809	11,524,000	7,103,000	6,912,000
2.e section. De l'île à l'extrémité du port	1,000	220,000	200,000	150,000
Totaux.	73,809	11,744,000	7,303,000	7,062,000
Prix de la lieue de 4,000 mètres.		636,000	396,000	383,000

DES MODIFICATIONS QUE POURRONT NÉCESSITER DE NOUVELLES ÉTUDES DE LA LIGNE DE PARIS A LA BELGIQUE, AUX ABORDS DE LA VILLE DE LILLE. — NOUVELLE DIRECTION DE LILLE A ARMENTIÈRES.

L'avant-projet de chemin de fer de Paris à Lille soumis aux dernières enquêtes arrivait au niveau du sol, en dehors des fortifications, près de la porte de Paris. Depuis, les auteurs de ce projet y ont apporté des modifications importantes et qui seront prises en grande considération.

La première consisterait à faire entrer le chemin de fer en ville, près de la porte de Paris, en le faisant passer au-dessus des fortifications; la seconde à le diriger entre la commune de Wazemmes et la place, et lui faire traverser la ville, à niveau, par l'Esplanade; le canal de la moyenne Deûle serait franchi sur un pont fixe près de la porte Saint-André.

Dans le premier cas, pour opérer le raccordement de la ligne de Dunkerque avec celle de Paris, il suffirait de modifier légèrement la courbe qui occupe la plaine d'Esquermes et le profil en long correspondant. L'inspection des pièces du projet fera suffisamment connaître combien ces changements seraient faciles. Dans le second, il y aurait grand avantage à faire partir la ligne de Dunkerque d'un point pris sur la grande ligne à sa sortie des fortifications près de la porte Saint-André. Alors on n'aurait plus à franchir ni le canal de la Deûle ni les hauteurs de Prémesques, et l'on pourrait se diriger en ligne droite de Lille sur Armentières.

L'on a fait de cette direction une étude complète; en voici les résultats : la ligne part d'un point pris sur celle de Paris à la Belgique, à 200 mètres des glacis de la place, près de la porte Saint-André. Elle suit d'abord la direction de celle-ci sur 400 mètres de longueur; puis elle s'infléchit vers Armentières

à l'aide de deux courbes de 2700 mètres de rayon et de 1200 mètres de longueur totale ; ces courbes sont séparées par une ligne droite de 600 mètres de longueur; cette disposition a pour but d'éviter des propriétés bâties d'une assez grande valeur situées sur le petit pavé de Lille à Lambersart.

Ces courbes se terminent au nord du village de Lambersart, près de la ferme du Gros-Ballot ; delà la route se dirige en ligne droite sur Armentières, en laissant au nord la commune de Pérenchies et traversant la partie agglomérée de la commune de la Chapelle-d'Armentières. Ce passage exigera la destruction d'une chaumière, seule construction que l'on rencontre entre Lille et la Lys.

Aux abords d'Armentières, cette ligne se rattache à la première à l'aide d'une courbe de 3,250 mètres de rayon et de 2000 mètres de longueur totale. C'est dans l'étendue de cette courbe qu'elle rencontre la route royale N.° 42, sous une direction qui n'est pas très-oblique. Cette route traversera le chemin de fer sur un viaduc qui forcera de la relever de 5 mètres; il n'y a dans le voisinage aucune construction assez importante pour rendre cet ouvrage dispendieux. En résumé, sur 12800 mètres de longueur, cette direction a 9600 mètres en lignes droites et 3200 seulement en courbes très-douces. Le profil en long n'en est pas moins avantageux ; il offre d'abord une ligne horizontale sur 2000 mètres de longueur, située à 4 mètres au-dessus du niveau des eaux de la moyenne Deule ; puis le projet s'élève à raison de deux millièmes sur 3000 mètres de longueur. Il redevient ensuite horizontal sur 1200 mètres et descend immédiatement après, à raison de deux millièmes, vers la Lys ; cette pente a 4000 mètres de longueur; elle est suivie d'une autre de $0^{m}00055$ seulement par mètre, et qui se prolonge jusqu'au point de raccordement de cette direction avec la première. La plus grande hauteur de tranchée est de $7^{m}80^{c}$; elle se trouve à Pérenchies; le plus haut remblai a $4^{m}\,90^{c}$ seu-

lement ; généralement le projet est fort rapproché du niveau du sol.

Pour plus de précision l'on donne ci-après le tableau des directions et des pentes suivant cette direction depuis Lille jusqu'à Bailleul.

TABLEAU

DES DIRECTIONS ET DES PENTES DU CHEMIN DE FER PROJETÉ.

PREMIÈRE PARTIE.

Du piquet N.° 19, situé à 200 mètres des glacis de la place de Lille, à la porte St-André, jusqu'au piquet N.° 146, à Bailleul.

NUMÉRO des PIQUETS.		LONGUEURS en lignes droites.	LONGUEURS en lignes courbes.	RAYONS des courbes	Différence de longueur des rails de la même voie.		PENTES ascendantes par mètre	PENTES ascendantes totales	PENTES descendantes par mètre	PENTES descendantes totales
19	21	400^{m}	» ^{m}	» ^{m}	»	»	0,00000	0,000	0,00000	0,000
21	24	»	600	+ 2700	0,33	»	id.	id.	id.	id.
24	25	200	»	»	»	»	id.	id.	id.	id.
25	30	»	1000	+ 2700	0,55	»	0,002	2,00	»	»
30	40	2000	»	»	»	»	id.	4,00	»	»
40	46	1200	»	»	»	»	0,00000	0,000	0,00000	0,000
46	66	4000	»	»	»	»	»	»	0,002	8,00
66	73	1400	»	»	»	»	»	»	0,00055	0,77
73	82	»	1800	—3250	»	0,37	»	»	id.	0,99
82	83	»	200	—3250	»	0,09	»	»	0,0007938	0,16
83	85	400	»	»	»	»	»	»	id.	0,32
85	88	500	»	»	»	»	0,00000	0,000	0,00000	0,000
87	95	»	500	+ 4000	0,56	»	id.	id.	id.	id.
95	127	6337	»	»	»	»	id.	id.	id.	id.
127	144	3300	»	»	»	»	0,02	6,60	»	»
144	146	»	500	—4500	»	0,17	id.	1,00	»	»
TOTAUX. . .		19737	5600		1,44	0,63		13,60		10,24

OBSERVATIONS.

En comparant cette direction avec celle qui part de la porte de Paris, l'on trouve les résultats suivans :

INDICATIONS.	LONGUEURS		DIFFÉRENCES de longueur des rails de la même voie.	PENTES	
	droites	courbes		ascendantes.	descendantes.
1.re partie. De Lille à Bailleul.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
Ligne partant de la porte de Paris.....	20207	8730	1,94	3,25	17,816	15,480
Ligne partant de la porte St-André.....	19739	5600	1,44	0,63	13,600	10,240
Différences à l'avantage de la deuxième	468	3130	0,50	2,62	4,216	5,240

Il y a, dans les prix, des différences non moins grandes, comme il résulte de cet autre tableau :

INDICATIONS.	LONGUEURS.	ESTIMATIONS. SOMME A VALOIR.			
		d'un dixième environ.	D'UN TIERS.		
		2 VOIES.	2 VOIES.	DEUXIÈME VOIE ajournée.	DEUXIÈME VOIE supprimée.
1.re partie. De Lille à Bailleul.--Départ de la porte de Paris.....	mètres. 28937	francs. 3700000	francs. 4420000	francs. 2690000	francs. 2620000
Départ de la porte St-André.....	25337	2950000	3570000	2110000	2100000
Différence en faveur de la dernière direction,.	3600	750000	850000	580000	520000

DES DÉPENSES QUE NÉCESSITERA L'EXÉCUTION DU CHEMIN DE FER PROJETÉ.

Nous avons fait voir dans le premier chapitre de ce mémoire que la circulation sur le chemin de fer de Lille à Dunkerque sera comparable à celle qui s'est établie sur les routes les mieux situées; il reste à examiner si les produits que l'on est en droit d'attendre ne seront pas trop chèrement achetés par les frais de premier établissement.

Nous adopterons les évaluations qui se rapportent au cas où la deuxième voie serait ajournée et où la somme à valoir est du tiers de la dépense calculée. L'exemple des chemins belges prouve, en effet, qu'une voie suffit pour la circulation la plus active. Dans cette hypothèse, le chemin, abstraction faite des 1000 derniers mètres qui appartiennent à la ligne de Dunkerque à Calais, a une longueur totale de 72809^{m}; la dépense en est estimée à.. . . . . 7,103,000^{f}

Ce qui fait par mètre 97^{f} 56^{c}, ou par lieue de 4000 mètres. 390,240

Le chemin de Paris à Saint-Germain coûte, même longueur. 2,500,000

Celui de Liverpool à Manchester a coûté. . . . 2,600,000

Hâtons-nous de rappeler que ces routes sont construites dans des proportions monumentales, tandis que celle ici projetée ne doit véritablement être comparée, sous le rapport de l'exécution, qu'avec les chemins belges. Or, il résulte du dernier rapport de M. Nothomb que ceux-ci ont coûté 98^{f} 38^{c} par mètre courant, ou 393,500^{f} par lieue de 4000 mètres.

Ce prix s'applique aux 143,720 mètres de routes exécutées au 1.^{er} septembre 1837.

De ces deux prix presque identiques, celui des chemins belges est fourni par les états des dépenses réelles, le nôtre ne résulte que d'un projet, et cette circonstance pourrait laisser des doutes dans bien des esprits. Pour les lever nous comparerons notre projet avec ceux des chemins belges, dont on vient de mentionner la dépense. Le prix moyen de l'hectare pour les six parties exécutées au premier septembre 1837, y était de. 4,825f 60c

Celui que nous avons adopté est de. 5,299 40

Différence, 1/10.e environ. 473 80

Le prix moyen des terrasses était, par mètre cube, au projet belge, de. 0f 415

Il est dans notre projet de. 1 113

Différence, 150 p. 0/0. . . . . 0 698

Le prix des rails, qui est l'essentiel parce qu'il emporte la majeure partie de la dépense, était au projet belge, par mètre courant de longueur de route, de. 37f 93c

Il est dans le nôtre de 42 00

Différence, du 9.e au 10.e. 4 07

Toutes les autres dépenses, qui comprennent entre autres choses 1100 mètres de souterrains, donnent dans les projets belges, par mètre courant de route, ... 13f 141

Dans notre projet, qui n'a point de souterrains, ces dépenses ne s'élèvent qu'à 6 75

Observons que l'on n'y comprend point la somme à valoir. Ces dépenses se composent donc uniquement de travaux d'art; or, l'infériorité de notre chiffre ne permet d'autres conjectures que celles-ci : le pays où est tracée la ligne française n'exigera que peu de travaux d'art; ou, les travaux d'art sont estimés trop bas. Si l'on admet cette dernière hypothèse, comme ces travaux ne s'élèvent en totalité qu'à 600,000 francs environ, une augmentation dans les prix ne produirait pas un bien grand changement dans le chiffre de la dépense totale. L'augmentation d'ailleurs devrait être imputée sur la somme à valoir. Dans leurs projets MM. les ingénieurs belges n'en avaient point porté en dehors des estimations ci-dessus données, et la dépense totale pour les 144,200 mètres projetés s'élevait à 11,264,000 francs, ou, par mètre . . . 78 114

La dépense réelle a été de 98 379

Différence. 20 225

Ainsi, l'excédant des dépenses aurait été couvert par une somme à valoir du quart de la dépense prévue d'après les bases ci-dessus indiquées. Nous avons adopté une somme à valoir d'un tiers, et nos prix sont meilleurs. Comme nous sommes voisins des belges et que nos prix courants ne diffèrent pas beaucoup des leurs, nous nous croyons en droit de conclure, de ce qui précède, que nos estimations méritent une entière confiance et que la route directe de Lille à Dunkerque, en supposant que la deuxième voie soit ajournée, ne coûtera pas plus de 390,240 francs par lieue.

CONCLUSION.

Le chemin de fer de Lille à Dunkerque, par Armentières, Bailleul, Steenvoorde et Bergues n'aura point de courbe de moins de 1200 mètres de rayon, s'il part de la porte de Paris, ni de moins de 1500 mètres, s'il part de la porte de Saint-André, à Lille. Ses pentes n'excèderont nulle part deux millimètres par mètre; elles seront réduites à un millimètre et demi dans les courbes de 1500 mètres de rayon.

Il sera, sous ce rapport, bien supérieur au chemin de Manchester à Liverpool, où la pente atteint une limite cinq fois plus forte, et supérieur aux chemins belges, où, même entre Bruxelles et Anvers, la pente atteint le chiffre de $\frac{1}{370}$ ou 0m 0027 par mètre.

Dans le cas le plus défavorable, celui du départ de la porte de Paris, la longueur de la route sera. . . . 72,809 mètres.

L'estimation en porte le prix, pour une voie, la deuxième n'étant qu'ajournée, à la somme de.	7,103,000f 00c
L'annuité nécessaire pour payer l'intérêt de ce capital à raison de 5 p. 0/0 et l'amortir en 99 ans est de.	358,010 00
L'entretien du chemin, à 3 francs par mètre courant, coûtera.	218,427 00
Le revenu annuel nécessaire sera de. . . .	576,437 00

C'est se placer au-dessus de toutes les éventualités que d'estimer les frais de locomotion, par voyageur et par kilomètre, à. 0f 025c

Cela fait pour le parcours entier.			1f 82
Dans les études du Gouvernement pour le chemin de fer de Paris à Lille, le péage était porté par voyageur et par kilomètre à.	0f	09c	
Le tarif du chemin de fer de Paris à Saint-Germain le porte à..	0	075	
Sur la route de Manchester à Liverpool il est de..	0	175	
Sur les chemins belges il varie de 0f026 à 0f076, et, à cause du grand nombre de voyageurs en wagons, il n'est moyennement que de.	0	03	
Nous adopterons un prix moyen de. . .	0	05	
Ce qui fera pour le parcours entier..			3 64
et par chaque voyageur un bénéfice de.			1 82

320,000 voyageurs donneraient 582,400 francs, somme plus que suffisante. Or, ce nombre de voyageurs est inférieur à la fréquentation de la route anglaise et le tiers seulement de celle des routes belges; est-il probable qu'il ne soit point dépassé, sur une route qui traverse les campagnes les plus peuplées du monde; qui aboutit à un port dont l'activité est plus grande que celle d'Anvers; au centre le plus manufacturier et le plus important du nord de la France; plus commerçant, plus peuplé et plus riche, par ses accessoires, que la ville de Bruxelles? Ajoutez que cette route sera celle d'Angleterre en Belgique et en Allemagne, et, qu'indépendamment des voyageurs, elle portera, concurremment avec les canaux, les marchandises dont le port s'alimente, et, sans aucune concurrence, celles des localités intermédiaires. Avec un tarif élevé la route projetée serait donc une entreprise lucrative. Avec un tarif restreint elle peut rendre

plus de 5 p. 100. Elle devient alors, non point une voie de luxe, mais une communication aussi utile que belle et rapide ; elle cimente et affermit la prospérité commerciale de l'arrondissement de Lille ; elle porte l'industrie dans des contrées populeuses et riches, mais privées du bienfait de la navigation, et elle est, pour la ville de Dunkerque, une juste et tardive compensation aux désastres que lui a fait éprouver à diverses époques sa qualité de ville française.

NOTE PREMIÈRE.

DIRECTION PAR L'OUEST DE CASSEL.

A une époque où l'on ne présumait pas qu'il pût être avantageux de passer de Bailleul à Steenvoorde, l'on a commencé une étude par l'ouest de Cassel. Cette direction offre en effet moins d'accidens de terrain que l'autre. On en donne ci-après le tracé et l'estimation.

TABLEAU

DES DIRECTIONS ET DES PENTES DU CHEMIN PROJETÉ.

N.os des PIQUETS.	LONGUEURS en lignes		RAYONS des courbes	Différence de longueur des rails de la même voie.		PENTES			
						ascendantes		descendantes	
	droites.	courbes				par mètre	totales.	par mètre.	totales.
de 1 à 4	»	550	+ 1210	+0,68	»	0,02	1,10	»	»
de 4 à 7	»	558	—1410	»	-0,59	0,02	1,11	»	»
de 6 à 14	»	1492	—1410	»	-1,58	»	»	0,000961	1,434
14	»	100	—1410	»	-0,11	0,00000	0,00	0,00000	0,000
de 14 à 22	1450	»	»	»	»	id.	id.	id.	id.
de 21 à 22	«	50	+4000	0,02	»	id.	id.	id.	id.
de 22 à 31	»	1850	id.	0,68	»	0,002	3,70	»	»
de 30 à 42	2150	»	»	»	»	id.	4,30	»	»
de 42 à 45	500	»	»	»	»	»	»	0,002	1,000
de 44 à 55	»	2130	—4000	»	0,80	»	»	id.	4,260
de 55 à 72	3370	»	»	»	»	»	»	id.	6,740
de 72 à 85	2600	»	»	»	»	»	»	0,00079	2,046
de 85 à 88	500	»	»	»	»	0,00000	0,00	0,00000	0,000
de 87 à 95	»	1500	+4000	0,56	»	id.	id.	id.	id.
de 95 à 127	6337	»	»	»	»	id.	id.	id.	id.
de 127 à 144	3300	»	»	»	»	0,002	6,60	»	»
de 143 à 153	»	1840	—4500	»	0,61	id.	3,68	»	»
de 152 à 154	245	»	»	»	»	id.	0,49	»	»
de 153 à 155	»	215	—5000	»	0,06	id.	0,43	»	»
de 155 à 161	»	1070	id.	»	0,32	0,00139	1,49	»	»
de 160 à 167	1170	»	»	»	»	id.	1,63	»	»
de 166 à 169	»	420	—2000	»	0,31	id.	0,58	»	»
de 168 à 178	1940	»	»	»	»	id.	2,70	»	»
de 178 à 192	2700	»	»	»	»	0,000296	0,80	»	»
de 191 à 205	»	2660	+4500	0,89	»	id.	0,79	»	»
de 204 à 217	»	2290	—4350	»	0,89	id.	0,68	»	»
de 216 à 222	1150	»	»	»	»	id.	0,34	»	»
A reporter.	27412	16725		2,83	5,27		30,42		15,480

N.os des PIQUETS.	LONGUEURS en lignes droites.	LONGUEURS en lignes courbes.	RAYONS des courbes	Différence de longueur des rails de la même voie.	PENTES ascendantes. par mètre.	PENTES ascendantes. totales.	PENTES descendantes. par mètre.	PENTES descendantes. totales.
Report..	27412	16725		2,83	5,27		30,426	15.48
de 222 à 238	3200	»	»	»	»	»	»	0,00093	2,98
de 238 à 245	1250	»	»	»	»	»	»	0,002	2,50
de 244 à 256	»	2240	—5000	»	0,67	»	»	0,002	4,48
de 255 à 263	1510	»	»	»	»	»	»	id.	3,02
de 263 à 264	»	200	—2000	»	0,14	»	»	id.	0,40
de 264 à 273	»	1740	id.	»	1,30	0,00000	0,000	0,00000	0,00
de 272 à 294	4260	»	»	»	»	id.	id.	id.	id.
de 294 à 307	2600	»	»	»	»	»	»	0,002	5,20
de 907 à 314	1330	»	»	»	»	»	»	0,000649	0,86
de 313 à 325	»	2130	+4500	0,71	»	»	»	id.	1,38
de 324 à 325	140	»	»	»	»	»	»	id.	0,09
de 325 à 355	6000	»	»	»	»	»	»	0,002	12,00
de 355 à 358	600	»	»	»	»	0,00000	0,000	0,00000	0,00
de 358 à 367	1800	»	»	»	»	»	»	0,002	3,60
de 367 à 369	300	»	»	»	»	0,00000	0,000	0,00000	0,00
de 369 à 392	4600	»	»	»	»	0,00035	1,590	»	»
de 392 à 394	260	»	»	»	»	0,00204	0,530	»	»
de 394 à 396	»	400	— 600	»	1,00	id.	0,816	»	»
de 396 à 398	400	»	»	»	»	id.	0,816	»	»
de 398 à 401	»	600	— 500	»	1,20	»	»	0,00058	0,35
TOTAUX.	55662	24035		3,54	9,58		34,178		52,34

ESTIMATION DE LA DÉPENSE.

INDICATIONS.	Longueurs.	ESTIMATION DE LA DÉPENSE. Somme à valoir d'undixième environ. 2 voies.	Somme à valoir de 1/3 environ. 2 voies.	2.e voie ajournée.	2.e voie supprimée.
1.re partie. De Lille au piquet N.o 146 à Bailleul.....	28937	3700000	4420000	2750000	2670000
2.e partie. De Bailleul au canal de Mardick à Dunkerque. ...	49100	6300000	7500000	4600000	4500000
TOTAUX... ..	78037	10000000	11920000	7350000	7170000
3.e partie. 1.re section. Ile Janty.	660	85000	104000	63000	62000
TOTAUX.....	78697	10085000	12024000	7413000	7232000
3.e part. 2.e sect. De l'île au port.	1000	220000	220000	200000	150000
TOTAUX.....	79697	10305000	12244000	7613000	7382000

Parallèle des deux directions.

En comparant le tableau qui précède à celui qui lui correspond pour la ligne de Steenvoorde ou de l'Est, on trouve les résultats suivants :

La ligne de l'Ouest est plus longue que celle de l'Est de. 5888m 00

Cependant la longueur des courbes y est moindre de. 1657 00

Mais entre les deux rails d'une même voie la différence de longueur due aux courbes est presque égale de part et d'autre, de sorte que la ligne de l'Ouest n'a sous ce rapport aucune supériorité sur celle de l'Est. Il n'en est pas de même de la somme totale des pentes.

Elle est pour la ligne de l'Est de.	102m 776
et pour la ligne de l'Ouest de.	86 478
Différence en faveur de la dernière..	16 298

Il faut observer que la limite des pentes étant également de 0m 002 par mètre dans l'un et l'autre projet, si elle est trop faible pour troubler le jeu de la locomotive, il importera peu que l'on se soit élevé plus ou moins, puisque l'on regagnera à la descente ce que l'on aura perdu à la montée.

En comparant les dépenses des deux lignes on trouve :

INDICATIONS.	Longueur.	ESTIMATION DE LA DÉPENSE.			
		somme à valoir d'un dixième environ. 2 voies.	Somme à valoir d'un tiers environ. Deux voies.	2.e voie ajournée.	2.e voie supprimée.
	m.	F.	F.	F.	F.
Ligne de l'Ouest..	79697	10305000	12244000	7553000	7332000
Ligne de l'Est....	73809	9805000	11744000	7303000	7062000
Différences...	5888	500000	500000	250000	270000

On voit que les différences sont toutes en faveur de la ligne de l'Est; cette prépondérance augmente dans l'estimation des frais annuels; en voici l'indication pour le cas d'une somme à valoir d'un tiers et de l'ajournement de la deuxième voie.

NATURE DES DÉPENSES.	Ligne de l'Ouest.	Ligne de l'Est.
Annuité pour l'intérêt du capital de 1.re construction et amortissement en 99 ans à 5 p. %.....	380690	368090
Entretien du chemin à 3 fr. le mètre courant.....	239091	221427
TOTAL ou revenu annuel nécessaire.....	619781	589517

Ainsi, en ne considérant que les dépenses de la route, la ligne de l'Ouest coûtera annuellement 30,000 francs de plus que l'autre. Il faut y ajouter les frais de locomotion pour un alongement de parcours de 5888 mètres à l'égard de tous les objets de transport entre Lille et Dunkerque; or, ces frais de locomotion, à raison de of025 par voyageur et par kilomètre, donneraient pour 350,000 voyageurs seulement plus de 50,000 francs. S'agit-il du transport des marchandises? Les frais de locomotion s'élèvent, par kilomètre et par mille kilogrammes, à of045, ce qui fait pour 5,888 mètres of2649. Nous avons vu que le mouvement du port de Dunkerque est de 166,000 tonneaux; qu'il est sur nos canaux intérieurs de 290,000 tonneaux; sur nos routes, aux portes de Lille, de 657,000 tonneaux. Admettons, et ce ne sera pas exagérer, que le chemin de fer livrera passage à 100,000 tonneaux, leur transport à 5888 mètres coûtera 26,000 francs. Mais indépendamment de cette perte, dont personne ne profite, il y a encore ici une grave atteinte portée aux revenus de l'entreprise. En effet, le fret sur les canaux descend jusqu'à 5f 50; le prix du transport sur le chemin de fer ne pourra donc point excéder cette limite pour les matières lourdes ou encombrantes. Or, les frais de locomotion étant par l'Est de 3f 32 et par l'Ouest de 3f 59, il restera de bénéfice, par l'Est, 2f 18,

par l'Ouest, 1f 91 seulement; ainsi l'alongement de 5888 mètres réduira de 12 pour 0/0 le bénéfice possible sur le transport des marchandises. Le Gouvernement se disposant à améliorer la navigation, le fret baissera probablement au-dessous de 5f 50. Il serait difficile de prévoir à quel taux il s'arrêtera, mais certainement il y a une limite qui rendrait la concurrence impossible par le chemin de fer, et cette limite, on en approche d'autant plus que le chemin s'alonge davantage. Telles sont les considérations qui nous ont déterminé à donner la préférence à la ligne de l'Est sur celle de l'Ouest.

NOTE DEUXIÈME.

Résistance des convois dans les courbes.

Ces résistances proviennent :

1.° Du frottement des roues sur les rails en raison de ce qu'ils sont de longueur inégale ;

2.° Des frottemens latéraux de toutes les parties mobiles entre elles et contre les rails ; ils sont produits par la pression latérale que fait naître la force centrifuge.

Nous allons calculer ces résistances pour un mètre de route parcourue.

Soit P le poids du convoi ;

r le rayon de la courbe ;

l la largeur de la voie.

Supposons que le frottement des roues glissant sur les rails soit le dixième de la pression, ce qui est beaucoup, on aura pour la résistance qui en résulte :

$$\frac{P}{10} \times \frac{3{,}14\left(r+\frac{l}{2}\right) - 3{,}14\left(r-\frac{l}{2}\right)}{3{,}14\,r} = \frac{P}{10} \times \frac{l}{r}$$

Il résulte de cette formule que ce premier frottement, rapporté

à l'unité de longueur de ligne parcourue, est indépendant de la vîtesse, en raison directe du poids du convoi et de la largeur de la voie, et inverse du rayon de la courbe. Prenant $l = 1^m 50$; $r = 1000^m$. On trouve pour ce frottement 0,00015 P, ce qui équivaut à la résistance provenant d'un mouvement ascensionnel de $0^m 15$ par kilomètre seulement. Quant à celui qui résulte de la force centrifuge, on peut le calculer comme il suit :

Soit ω la vîtesse exprimée en mètres et en secondes ; $g = 9{,}8088$ la gravité,

On a pour la force centrifuge $\frac{P}{g}\frac{\omega^2}{r}$.

Cette force sera équilibrée par la pression du rebord de la roue contre le rail extérieur ; il en résultera donc dans tout le convoi une pression latérale et un frottement des axes contre leurs collets, etc. Soit F le coëfficient inconnu de ce frottement pour 1 mètre de longueur ; on aura pour l'expression des résistances qui en résultent :

$$F\frac{P}{g}\frac{\omega^2}{r}.$$

Ici encore la résistance est en raison directe du poids du convoi et inverse du rayon de la courbe, mais de plus elle est proportionnelle au carré de la vîtesse.

Si l'on suppose la vîtesse de 20 mètres par seconde et le rayon de la courbe de 1000 mètres, la force centrifuge sera le vingt-cinquième du poids du convoi. Quoique l'on ne connaisse pas la valeur de F et qu'elle doive varier avec la forme et la bonne confection des véhicules, on doit supposer qu'elle ne diffère pas beaucoup du coëfficient de la résistance d'un convoi sur un chemin horizontal ; c'est-à-dire 0,005.

Adoptant cette donnée, la résistance due à la force centrifuge serait dans ce cas de 0,0002 P.

Si l'on y ajoute celle ci-dessus trouvée pour le frottement on a en somme :

0,00035 P.

Il reste à savoir si ces évaluations concordent avec les données de l'expérience.

Selon M. Vauvillers, sur la route de Saint-Etienne à Lyon, les wagons pleins s'arrêtent sur une courbe de 200 mètres de rayon ayant om 06 de pente.

Or, sur cette courbe on doit avoir :

Résistances ordinaires.	0,005	P
Frottement en raison de la courbure d'après la formule ci-dessus.	0,00075	P
Résistances d'autre part, soit que le chemin soit inégal, ou etc.	0,00025	P
Total égal à la puissance.	0,006	P

Selon M. Poussin l'expérience a prouvé que sur une courbe de 122 mètres de rayon la résistance est d'environ. . . 0,005 P

Or, on a, résistances ordinaires.	0,005	P
Frottement en raison de l'inégalité de longueur des rails.	0,00125	P
Reste pour les autres résistances.	0,00125	P

qui correspondent à une vitesse de 14 mètres par seconde.

NOTE TROISIÈME.

Sur le calcul des déblais et des remblais.

Afin d'éviter des calculs trop détaillés, on considère, pour l'évaluation des déblais et des remblais, le profil transversal du terrain à chaque piquet, comme étant formé d'une ligne droite horizontale, et l'on fait les entre-profils de 200 mètres de longueur. Le cube du déblai ou du remblai s'obtient en multipliant la section moyenne

par la longueur de l'entre-profil ; mais cette section moyenne n'est ni celle qui serait faite au milieu de l'entre-profil ni la moyenne des sections extrêmes.

En effet, d'après le profil de la route projetée, x étant la hauteur du déblai ou du remblai, à une distance y de l'origine de l'entre-profil, la section, en ce point, s'exprimera par une fonction de la forme $A + B\,x + cx^2$, (1).

Soient x_1 et x_2 les hauteurs des déblais ou remblais aux extrémités d'un entre-profil de longueur Y ; on aura :

$$\frac{x_2 - x_1}{Y}\, y + x_1 = x$$

Substituant cette valeur dans l'expression (1), et intégrant entre les valeurs de y qui correspondent à $x = x_1$ et $x = x_2$, on aura pour le volume exact du déblai ou du remblai :

$$V = Y \left\{ A + B\,\frac{x_1 + x_2}{2} + C\,\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_1\,x_2}{3} \right\}$$

Cette valeur peut se mettre sous la forme

$$V = Y \left\{ A + B\,\frac{x_1 + x_2}{2} + C\,\frac{x_1^2 + x_2^2}{2} \right\} - Y\,C\,\frac{(x_1 - x_2)^2}{6}$$

$$= V_1 - Y\,C\,\frac{(x_1 - x_2)}{6}$$

ou sous la forme

$$V = Y \left\{ A + B\,\frac{x_1 + x_2}{2} + C\,\frac{(x_1 + x_2)^2}{2} \right\} + Y\,C\,\frac{(x_1 - x_2)^2}{12}$$

$$= V_2 + Y\,C\,\frac{(x_1 - x_2)^2}{12}$$

d'où l'on déduit

$$V = \frac{V_1 + 2V_2}{3}$$

Or, V_1 est la moyenne des volumes obtenus en multipliant chacune des sections extrêmes par la longueur du solide; et V_2 est le volume obtenu en multipliant la section équidistante des extrêmes par la longueur du solide. D'où il résulte que la section moyenne, c'est-à-dire celle qui, multipliée par la longueur, donne le cube véritable, s'obtient en prenant la moyenne entre la somme des sections extrêmes et celle du milieu prise quatre fois

(*Voir la planche* 2, *à la fin du volume.*)

DE LA FABRICATION DU NOIR ANIMAL

DANS SES RAPPORTS AVEC LA SALUBRITÉ PUBLIQUE,

Par F. KUHLMANN, Membre résidant.

L'IMMENSE développement de la fabrication du sucre en France, et surtout dans les départements du Nord, a donné naissance à des industries qui, sans être nouvelles, n'avaient pas jusqu'alors acquis l'importance qu'elles ont aujourd'hui. Parmi les établissemens dont la création a été provoquée par l'industrie sucrière, il en est plusieurs qui ont témoigné du peu d'harmonie qui existe entre les dispositions législatives concernant les usines incommodes ou insalubres et les inconvénients de créations industrielles en rapport avec les besoins actuels. De nombreuses lacunes se sont présentées, et ont amené quelquefois pour l'administration des difficultés sérieuses.

Le décret du 15 octobre 1810, dont les dispositions ont été puisées dans un rapport fait à la section des sciences physiques et mathématiques de l'Institut, sur la question de savoir quel parti on doit prendre par rapport aux fabriques dont le voisinage peut porter préjudice aux particuliers, divise en trois classes les établissemens insalubres ou incommodes, suivant leur degré d'insalubrité ou d'incommodité, et indique pour chaque classe les conditions auxquelles les autorisations administratives sont accordées.

La fabrication du sucre de betteraves, industrie nouvelle, ou qui jusqu'alors n'avait pas une importance suffisante pour en opérer le classement, n'a pas été comprise dans l'état général annexé au décret du 15 octobre 1810 et dans l'état complémentaire sanctionné par l'ordonnance du 14 janvier 1815. Mais l'article 5 de cette ordonnance a levé toute difficulté sous ce rapport; cet article est ainsi conçu :

« Les préfets sont autorisés à faire suspendre la formation » ou l'exercice des établissements nouveaux qui, n'ayant pas pu » être compris dans la nomenclature précitée, seraient cepen- » dant de nature à y être placés; ils pourront accorder l'auto- » risation d'établissement pour tous ceux qu'ils jugeront devoir » appartenir aux dernières classes de la nomenclature, en rem- » plissant les formalités prescrites par le décret du 15 octobre » 1810, sauf dans les deux cas à en rendre compte à notre » directeur général des manufactures et du commerce. »

Les fabriques de sucre indigène n'ayant pas été comprises dans les nomenclatures de 1810 et de 1815, leur création a eu lieu dans les premiers temps de leur multiplication sans qu'elle fût soumise à une autorisation administrative; mais bientôt les inconvénients inhérents à ce genre d'industrie ayant été l'objet de quelques réclamations, l'administration locale, en vertu de l'article 5 de l'ordonnance du 14 janvier 1815, assimila ce genre d'usines aux raffineries de sucre comprises dans la deuxième classe, et depuis, la création des fabriques de sucre indigène est subordonnée à l'observation des formalités qui concernent cette classe. Cette décision a été confirmée par l'autorité supérieure, mais n'a pas encore force de loi, car elle n'est sanctionnée par aucune ordonnance d'administration publique (1).

---

(1) Depuis la rédaction de cette notice les fabriques de sucre ont été rangées dans la 2.e classe, par une ordonnance royale en date du 27 janvier 1837.

Un autre genre d'industrie dont le développement est dû à la grande extension du nombre des usines à sucre, a bientôt donné lieu à de nombreuses réclamations à Lille, comme à Arras, à Douai et à Valenciennes. C'est la fabrication des machines en tôle et en cuivre. Les ateliers de grande chaudronnerie pour confection de générateurs, de chaudières à déféquer, à évaporer, à cuire le sucre, se sont multipliés dans nos villes, et le bruit qu'ils occasionent a été l'objet de vives réclamations de la part des voisins de ces usines. Cependant aucune disposition de loi ne leur est applicable dans les limites des heures de travail habituel. Dans un rapport (1) présenté au conseil central de salubrité du département du Nord et adopté par ce conseil, j'ai appelé l'attention de l'administration sur ce point, pour faire soumettre la création de ces ateliers à quelques formalités administratives qui soient de nature à garantir les intérêts des voisins et en même temps à mettre l'industriel à l'abri des poursuites et des vexations quelquefois injustes que l'irritation peut soulever.

Il est un genre d'usines qui mérite aussi de fixer toute l'attention de l'administration; je veux parler des fabriques de noir animal. Pour permettre de juger du développement qu'a pris depuis quelques années cette fabrication, il suffit d'indiquer que l'on compte habituellement sur une consommation de 60 à 75 kilogrammes de noir animal pour 100 kilogrammes de sucre, et de rapprocher cette donnée du chiffre de 50,000,000, qui exprime approximativement le nombre de kilogrammes de sucre de betteraves produit par la récolte de 1836. Aussi si nous consultons l'état des demandes d'autorisations de créer des établissemens insalubres, nous arrivons pour les trois dernières années au chiffre énorme de 46 usines destinées à la fabrication du noir animal dans le seul département du Nord.

---

(1) Ce rapport a été fait au nom d'une commission composée de MM. Barrois, Brigandat et de moi.

La plupart de ces usines forment des annexes des fabriques de sucre indigène (1); mais il est aussi des établissements spécialement consacrés à la fabrication de noir animal, et dont les produits annuels s'élèvent à 1,500,000 kilogrammes, et où, par conséquent, se produit la calcination de près de 3,000,000 de kilogrammes d'os. Le décret du 15 octobre 1810 et la nomenclature qui y est jointe rangent ce genre de fabrication, sans distinction du mode de travail, dans la deuxième classe des établissements insalubres et incommodes sous la dénomination de fabriques de noir d'ivoire; mais l'état annexé à l'ordonnance du 14 janvier 1815 comprend ces fabriques dans la première ou la deuxième classe, suivant que l'opération s'exécute avec ou sans combustion des gaz. Dans le premier cas, l'autorisation peut être accordée par le préfet, et l'éloignement des habitations n'est pas rigoureusement nécessaire : et dans le deuxième cas, celui de la fabrication du noir animal sans combustion de fumée, il est nécessaire d'obtenir une autorisation par ordonnance du roi, et cette autorisation ne peut être accordée, si l'usine projetée se trouve dans le voisinage des habitations.

Cette distinction présente dans l'application des difficultés presque insurmontables. S'il est vrai que nul ne peut être tenu à l'impossible, il devient nécessaire de commenter les termes de l'ordonnance du 14 janvier 1815, et de rechercher quelle a été l'intention de l'administration ou plutôt celle du comité consultatif des arts et manufactures attaché au ministère, et qui a préparé les éléments de cette ordonnance. Si l'on envisage la question sous le rapport théorique, nul doute que l'on peut amener les

(1) Beaucoup de fabricants de sucre n'opèrent que la revivification du noir animal; mais comme cette revivification est beaucoup plus parfaite en ajoutant des os au noir à revivifier, parce qu'alors le dégagement des gaz hydrogénés permet d'obtenir une température plus élevée et plus uniforme dans les fours, tout en empêchant l'action oxidante de l'air sur le noir, l'odeur qui peut résulter de ces opérations est souvent aussi forte que celle qui résulte de la calcination des os non mélangés.

gaz qui résultent de la distillation des os dans un état où aucun ne possède d'odeur : à l'état d'azote, d'acide carbonique et de vapeur d'eau; mais peut-on admettre une combustion complète, une décomposition en quelque sorte ultime et qui nécessite le concours de beaucoup de circonstances qu'il est impossible de réunir dans un travail manufacturier, où l'on opère sur de grandes masses ? Une pareille prétention de la part de l'administration serait ridicule et ne saurait être admise.

C'est donc dans les limites de la réalisation raisonnablement possible qu'il faut admettre le sens des mots : *avec combustion des gaz*. Le même raisonnement est applicable aux termes de *combustion de fumée ou foyer fumivore*, employés en différentes circonstances, et sur l'acception desquels il s'est souvent présenté de graves discussions judiciaires. La nécessité d'établir souvent des distinctions dont l'appréciation est si difficile et ne saurait être faite que par des hommes qui, par la spécialité de leurs études, sont à même de les bien comprendre, justifient l'utilité de la création dans quelques départements de conseils de salubrité : il est à regretter que cette organisation ne soit pas régulièrement instituée dans toute la France par une disposition législative qui déterminerait les attributions de ces conseils, seuls compétents dans des questions d'industrie et d'hygiène publique. La tâche de l'administrateur serait facilitée; sa responsabilité personnelle serait à couvert, les intérêts de la salubrité publique seraient défendus avec plus de discernement, d'énergie et d'indépendance ; enfin, l'industriel qui veut établir une usine serait sûr de trouver dans un corps d'hommes éclairés une juste appréciation des motifs qui militent en faveur de sa demande, et de l'étendue des servitudes qu'il est d'un intérêt général d'imposer à la propriété, en faveur de l'exercice de l'industrie manufacturière.

Sous ces différents rapports le conseil de salubrité du département du Nord a déjà rendu à l'administration comme aux

industriels des services signalés. Appelé fréquemment à apprécier le sens des dispositions législatives qui ont rapport à la fabrication du noir animal, il s'est toujours attaché non à la lettre, mais à l'esprit de la loi, mais au sens qu'il était rationnel de donner aux termes du décret du 15 octobre 1810 et de l'ordonnance du 14 janvier 1815. Ce n'est pas toutefois sans rencontrer de nombreuses difficultés dans l'application qu'il est entré dans cette voie ; car si dans le cas présent il est juste de ne pas exiger du fabricant une combustion complète, où devra s'arrêter la limite de cette combustion ? D'un autre côté, le conseil peut-il, sans encourir une responsabilité qui doit peser tout entière sur le fabricant, réclamer la prescription de dispositions qu'il croira de nature à produire une combustion suffisante des gaz pour que les fabriques de noir puissent être maintenues dans le voisinage des habitations, ainsi que l'entend l'ordonnance du 14 janvier 1815. Il ne peut sans danger réclamer la prescription de dispositions spéciales qu'autant que ces dispositions conduisent à des résultats certains et sanctionnés par une longue expérience ; mais tant que des dispositions de cette nature ne seront pas connues, il doit se borner à indiquer en termes généraux les conditions voulues par la loi, et répandre, autant qu'il est en son pouvoir, la connaissance de faits qui rendent au fabricant sa tâche moins difficile et lui permettent de se conformer religieusement aux conditions de son autorisation.

Ayant fait depuis plusieurs années des essais nombreux dans le but de perfectionner la fabrication du noir animal, et surtout de détruire autant que possible l'incommodité grave que ce genre de fabrication occasione aux voisins, je crois faire une chose utile aux intérêts généraux de la salubrité publique, comme aussi aux intérêts privés des fabricants, en consignant les résultats de mes essais, non avec la réserve de l'industriel qui cherche à profiter seul de ses observations, mais avec cet aban-

don que doit commander le désir de contribuer à quelque amélioration, dans une question aussi importante que celle de la salubrité publique.

Mes premiers essais ont eu pour but d'amener à une combustion plus complète les gaz provenant d'un four au noir animal de construction ordinaire et d'une dimension suffisante pour renfermer environ 300 pots chargés d'os et empilés les uns sur les autres, au nombre de six par pile. Les gaz qui se dégagent par la cheminée de ces fours sont encore en grande partie combustibles, car dans le travail de la calcination des os au moyen de ces fours, il est essentiel de ne pas produire un feu oxidant, qui blanchirait les os et détruirait les pots de fonte en peu de temps. Il ne doit donc pas passer à travers la grille du foyer de ces fours une quantité d'air suffisante pour brûler tous les gaz; une grande partie de ces gaz s'échappent par la cheminée et se mélangent avec l'air jusqu'à des distances très-considérables, en lui communiquant une odeur infecte. Pour compléter autant que possible la combustion de ces gaz, j'ai fait construire en prolongement du four en question une galerie en maçonnerie, dont la section transversale intérieure est de 30 centimètres en hauteur et 1 mètre en largeur. Cette galerie, d'une longueur de 15 mètres, est couverte, dans toute sa longueur, d'une voûte cylindrique. Au sortir du four à calcination et au moment d'entrer dans cette galerie, les gaz glissent à la surface d'un foyer bien actif et à large grille et se trouvent ainsi ramenés à une température élevée et mélangés d'une quantité d'air convenable pour prendre feu. La flamme produite durant une grande partie de l'opération occupe tout l'intérieur de la galerie et s'étend jusqu'à la cheminée qui s'élève à son extrémité et au point le plus éloigné du foyer. Lorsque l'opération est bien conduite et que le foyer du four à combustion est bien entretenu, l'opération de calcination des os marche avec la même rapidité que s'il n'y avait pas de four intermédiaire, et l'odeur qui en résulte est en quelque

sorte nulle. Cette odeur n'est bien sensible que dans les premiers moments de la distillation, parce qu'alors il s'échappe avec les premiers produits de la décomposition une grande quantité de vapeur d'eau qui refroidit considérablement le foyer de combustion des gaz. Mais cet inconvénient ne se présente que pendant les deux premières heures, et alors que l'odeur n'a pas encore pu acquérir une grande fétidité. J'ai essayé en vain de faire passer la fumée du four à travers la grille du foyer à brûler les gaz, pour les mettre plus directement en contact avec ce foyer, et laisser échapper moins de gaz combustibles; mais le feu de ce petit foyer supplémentaire est presque immédiatement étouffé, tant par le refroidissement opéré par la vapeur d'eau que par le manque d'oxigène.

Les dispositions que je viens de décrire, et dont les détails se trouvent figurés sur une planche qui se trouve à la fin de ce volume (N.° 3), ne sont pas fort dispendieuses et sont facilement applicables dans toutes les circonstances sans entraver la marche des opérations. Elles nécessitent à la vérité la dépense d'un peu de charbon pour opérer la combustion des gaz, mais, par compensation, elles permettent d'utiliser le dessus de la galerie où se brûlent les gaz, comme moyen de dessiccation.

Les résultats satisfaisants de ces premiers essais m'ont donné l'espoir d'arriver à une combustion plus complète des gaz, en déterminant la distillation d'une manière plus égale et sans qu'il soit nécessaire de recourir à un foyer supplémentaire. J'avais en vue aussi de rendre continue l'opération de la carbonisation des os, et de réaliser ainsi une économie de main-d'œuvre et de combustible, tout en donnant plus de régularité au travail et plus d'uniformité aux produits.

Je conçus l'idée d'établir une circulation continue ou à volonté intermittente, dans un long four à réverbère, et, à cet effet, je fis construire un massif en maçonnerie dans des dimensions à peu près égales à celles de la galerie de réverbération dont je

viens de faire la description, en donnant à l'aire de ce four une pente suffisante pour que des cylindres en tôle chargés d'os et placés parallèlement l'un à côté de l'autre, pussent s'y mouvoir par leur propre poids. Afin que ces cylindres ne fussent pas arrêtés dans leur course par le frottement opéré sur une surface trop grande, je les munis à leurs extrémités de cercles saillants destinés à s'engager dans des ornières de fonte fixées sur l'aire inclinée du four et construites de manière à permettre la libre dilatation sans porter d'obstacles à la circulation.

Les cylindres ne se touchant que par la surface de leurs cercles saillants et étant maintenus dans une bonne direction par les ornières en fonte, il me devint facile d'en opérer la circulation continue.

L'expérience m'a démontré qu'en donnant aux ornières en fonte une pente de 23 à 24 centimètres par mètre, les cylindres descendent avec facilité tout en tournant sur leur axe; cette dernière condition était importante dans l'application que je me proposais de faire de ce four à circulation, pour obtenir une calcination uniforme de tous les os renfermés dans le même cylindre.

A l'extrémité supérieure du four, je fis pratiquer, au-dessous de la porte en fer destinée à l'enfournement, un carneau communiquant à une cheminée, et à peu de distance de l'extrémité inférieure fut construit le foyer, occupant presque toute la profondeur du four, profondeur qui est déterminée par la longueur des cylindres de tôle. Ce foyer fut séparé des cylindres par une voûte à claire-voie, pour éviter l'action directe du feu. Une porte en fer pour le défournement des cylindres fut placée à l'extrémité inférieure du four et à environ 3 mètres du foyer.

L'appareil ainsi disposé, je remplis d'os les cylindres au nombre d'environ 50, je les fais descendre l'un après l'autre dans le four, au moyen des rails de fer qui s'y trouvent construits et en évitant toute secousse, jusqu'à ce que toute la longueur

du four soit garnie ; le feu étant allumé ensuite, l'opération de la calcination commence par les cylindres les plus rapprochés du feu, et lorsque ces cylindres ont été maintenus pendant quelque temps à la chaleur rouge, on les fait rouler vers la porte de défournement, en retirant à ce point et successivement des cylindres froids qui, n'ayant pas subi l'action de la chaleur, sont employés à remplir le vide qui s'est opéré près de la porte d'enfournement, tous les cylindres ayant fait quelques pas pour occuper la place des cylindres retirés.

Lorsqu'au défournement on a atteint les cylindres qui ont subi l'action du feu et dont le refroidissement s'est déjà en partie opéré avant leur sortie du four, on les vide de leurs os calcinés et on les remplit d'os frais pour les enfourner et maintenir toujours la série de cylindres au complet.

Dans les premiers temps de l'opération il y a un dégagement assez abondant de gaz infects ; mais bientôt ces gaz, échauffés suffisamment, s'enflamment et déterminent dans l'intérieur du four et dans toute la longueur comprise entre le foyer et la cheminée, une température excessive, ce qui permet de donner aux cylindres une circulation très-rapide. Après deux jours de calcination les parois de maçonnerie étant échauffées, l'opération peut marcher régulièrement et avec une telle rapidité, qu'en vingt-quatre heures de travail il est possible de retirer 150 cylindres qui, contenant chacun 15 kilogrammes d'os, permettent de calciner 2,250 kilogrammes d'os et de produire au-delà de 1,200 kilogrammes d'os parfaitement carbonisés. L'odeur, qui est assez forte lorsqu'on commence le travail et pendant que le massif de maçonnerie est encore froid, devient presque nulle lorsque le travail est devenu régulier ; les gaz se brûlent aussi complètement qu'on peut le désirer, et ce qui prouve l'utilisation de la chaleur produite par leur combustion, c'est que la température du four est beaucoup plus considérable à 2 ou 3 mètres de distance du foyer, dans la direction du tirage,

qu'immédiatement au-dessus de ce foyer. Aussi n'est-il pas nécessaire de brûler une grande quantité de houille ; il suffit de maintenir au rouge brun les cylindres placés au-dessus du foyer, car avant d'y arriver ils subissent pendant long-temps une température d'un rouge cerise, se trouvant enveloppés d'une atmosphère de flamme.

Je pense qu'il serait difficile de trouver un appareil vraiment manufacturier qui réalisât mieux la combustion des gaz et qui permît aussi facilement de procéder à la calcination des os pendant le jour, au lieu de se voir réduit, comme cela a lieu par les procédés actuels, lorsqu'on n'opère pas au moyen de cornues, à ne travailler que la nuit pour éviter les réclamations des voisins.

Le four à cylindres, au lieu de se terminer au foyer, se prolonge jusqu'à 3 mètres au-delà, pour ne pas retirer les cylindres encore rouges ; malgré cette précaution, il est important de n'exposer les os calcinés au contact de l'air qu'après leur refroidissement, car lorsqu'ils sortent des cylindres à une température élevée, il y a une absorption d'oxigène assez grande pour en opérer l'incinération. Tant que les cylindres restent dans le four, cette incinération n'est pas autant à craindre à cause des gaz hydrogénés qui s'en échappent et du peu d'oxigène qui reste libre ; toutefois, et malgré la fermeture convenable du cylindre, il est utile d'appliquer aux joints un peu de lut fait avec de l'argile et du poil de veau.

L'appareil, tel que je l'ai décrit et dont il sera plus facile de se faire une juste idée par l'examen de la planche jointe à cette notice, me sert depuis plus de deux ans et n'a nécessité que de faibles réparations, qui ne sont pas plus frayeuses que le renouvellement fréquent des pots de fer nécessité par l'usage des fours de forme ordinaire. Pour protéger les cylindres de l'action du feu, j'en fais couvrir les surfaces extérieures, au moyen d'une brosse, d'une légère couche d'un mélange de chaux et d'argile délayées

dans l'eau. L'oxidation des vases en fer où s'opère la calcination des os n'est pas la seule cause de l'altération de ces vases, celle qui résulte de la formation des sulfures est au moins aussi puissante.

J'ai dû faire établir, à différents points de la longueur du four et à une hauteur convenable, des regards pour s'assurer de la marche de l'opération, faire pénétrer un peu d'air dans le four, lorsque cela est nécessaire, et surtout aussi pour rétablir la circulation lorsque quelque obstacle se présente.

Mon appareil à circulation continue est sans doute susceptible de bien des perfectionnements; ainsi, la construction des cercles saillants et des ornières peut probablement subir des modifications utiles en adoptant le système actuellement en usage pour les chemins de fer; on évitera ainsi de voir les ornières s'encombrer quelquefois de cendres entraînées par le courant d'air ou de l'argile détachée des cylindres; ce qu'il sera toujours nécessaire de bien observer, c'est de donner une largeur suffisante (4 à 5 centimètres) aux cercles saillants par lesquels les cylindres doivent se toucher pour éviter qu'une légère déviation d'un cylindre ne porte obstacle à la circulation, l'un des cercles saillants venant à s'appuyer sur le corps du cylindre voisin. Il est peut-être aussi plus convenable de placer la cheminée au bas du four, à 2 ou 3 mètres en-deçà de la porte de sortie des cylindres, et de construire le foyer à peu de distance de la porte d'entrée, dans la partie élevée du four; les gaz produits par l'échauffement graduel des os seraient toujours forcés de passer au-dessus du foyer, et seraient sans doute brûlés plus complétement encore. Cette disposition présenterait l'inconvénient de faire suivre à la flamme une pente descendante jusqu'à son entrée dans la cheminée, mais cet inconvénient bien faible serait détruit par une plus grande élévation de la cheminée.

Le four à plan incliné qui forme en partie l'objet de cette note

peut servir non seulement à la calcination des os, mais encore à la dessiccation des noirs épuisés de force décolorante et à leur révivification. Il me paraît aussi pouvoir être utilement applicable à d'autres industries où il s'agit d'opérer des dessiccations ou des torréfactions, la chaleur pouvant être graduée avec une grande facilité; enfin, il pourrait trouver son emploi dans la préparation du charbon de bois destiné à la fabrication de la poudre à canon, lorsqu'on ne procède pas par condensation de l'acide acétique.

La généralisation des applications dont cet appareil est susceptible m'a décidé plus facilement à consigner ici des essais entrepris dans la principale vue de rendre moins insalubres des usines qui ont si souvent soulevé de justes réclamations de la part des propriétaires voisins.

QUELQUES EXPÉRIENCES

CONCERNANT

LA FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVES,

Par F. KUHLMANN, membre résidant.

19 JANVIER 1838.

J'ai fait quelques recherches sur les combinaisons de matières organiques neutres avec les bases ; ces recherches sont loin d'être arrivées au point de pouvoir devenir l'objet d'un mémoire scientifique ; toutefois, comme elles m'ont conduit à faire quelques essais qui concernent la fabrication du sucre de betteraves, je vais en dire quelques mots en m'arrêtant seulement à ce qui est relatif à la théorie de cette fabrication : c'est une question où les moindres faits acquièrent une grande importance par le développement qu'a pris l'industrie sucrière dans ces contrées.

Dans une note que j'ai eu l'honneur de présenter à la Société à la fin de 1833, je signalai déjà l'action de l'oxigène sur le jus de betteraves comme la cause de la coloration et probablement de la prompte altération de ce jus. Pour déterminer la fermentation du jus de betteraves, l'action de l'oxigène est aussi nécessaire qu'elle est nécessaire, ainsi que l'a démontré M. Gay-Lussac, pour déterminer la fermentation du jus de raisin. La coloration du jus de betteraves n'a pas lieu lorsqu'il est mêlé avec de la chaux aussitôt sa sortie des vaisseaux qui le renferment ; il

en est de même du suc de la plupart des racines ou tubercules. L'action de la chaux sur le sucre a déjà été l'objet de plusieurs publications; l'opinion de l'altération du sucre par la chaux, émise par Daniell, a amené des expériences de M. Pelouze sur la production artificielle du carbonate de chaux cristallisé (*Annales de chimie*, tome 48, page 301). Cet habile chimiste a démontré que, lors de la formation du carbonate de chaux par l'exposition à l'air d'une combinaison de sucre et de chaux, le sucre reprenait ses propriétés premières; qu'il devenait susceptible de se saturer de nouveau de chaux et de donner lieu par l'action de l'air à une nouvelle production de carbonate.

Après m'être assuré que le sucre, après sa séparation de la chaux avec laquelle il a été combiné, conservait sa propriété de cristalliser, et m'être assuré aussi que la chaux, par sa dissolution dans le jus de betteraves, empêchait l'absorption de l'oxigène et par conséquent la fermentation, et permettait ainsi de conserver pendant un temps assez long du jus défèqué, j'ai pensé que l'on pouvait fonder un procédé de fabrication du sucre sur cette propriété conservatrice de la chaux, loin d'avoir à redouter l'influence de cet agent dans le travail manufacturier.

Il me semblait rationnel de penser qu'en général les acides organiques, lorsqu'ils sont combinés avec les bases, présentant plus de stabilité que lorsqu'ils sont isolés, l'on pouvait espérer faire subir au sucre de betteraves une grande partie des traitements qui sont nécessaires pour son extraction, pendant que, jouant le rôle d'un véritable acide, il est dans un état de combinaison avec la chaux, le tout dans l'espoir d'obtenir un travail plus facile et selon toute apparence une économie considérable dans la consommation du charbon animal. Je fis donc ajouter de la chaux éteinte au jus de betteraves dès son extraction; je procédai à la défécation par les procédés ordinaires, et ensuite, au lieu de chercher à priver le sucre de

la chaux qui lui était combinée, je fis bouillir le jus avec de nouvelles quantités de chaux pour le saturer autant que possible de cette base.

C'est dans cet état de combinaison que je fis concentrer le jus de betteraves jusqu'au tiers de son volume primitif; j'eus ensuite recours à un courant d'acide carbonique pour séparer la chaux, et après cette précipitation je soumis de nouveau le jus à la concentration jusqu'au point de cuite sans addition d'aucun agent étranger; j'obtins un sirop peu coloré qui me donna après plusieurs jours de repos une assez grande quantité de cristaux pour espérer tirer quelque parti de ce nouveau mode de travail. Je n'avais opéré que sur quatre litres de liquide, et en agissant sur une égale quantité de jus de betteraves par les procédés ordinaires, les résultats n'étaient pas à beaucoup près aussi beaux. Il est vrai que l'opération exécutée en fabrique et par les procédés ordinaires donne des résultats tout autres que ceux d'un travail sur quelques litres de jus; mais j'ai pensé ne pouvoir juger comparativement que sur des résultats obtenus dans les mêmes circonstances.

Je répétai mes essais sans opérer la défécation, en faisant de suite bouillir le jus de betteraves avec un excès de chaux ($1\ ^1/_2$ p. % de la quantité de jus). Le dépôt n'eut pas lieu d'une manière si complète que par le procédé ordinaire de défécation; une partie de l'albumine végétale resta en dissolution à la faveur de la chaux; mais cette matière se précipita ensuite en même temps que le carbonate de chaux, en soumettant le liquide à un courant d'acide carbonique : les résultats de la cuite furent les mêmes que précédemment. Je m'aperçus que l'acide carbonique ne séparait pas complètement la chaux, et qu'en agissant à froid une partie du carbonate de chaux se redissolvait en faveur d'un excès de cet acide. Je fis toutes mes précipitations à une température de 25 à 30°, et pour surcroît de précaution j'ajoutai au liquide, après la précipitation, un peu de carbonate d'ammo-

niaque. Il y eut de l'amélioration dans les résultats ; mais ce qui me réussit le mieux, tant pour enlever les dernières traces de chaux que pour amener le sirop à un état de décoloration convenable, ce fut, après la séparation du carbonate de chaux, de faire subir au liquide une clarification avec du noir animal en poudre. L'action alcaline du noir animal tend à la séparation complète de la chaux. En opérant par les procédés que je viens de décrire, à la fin du mois de mai dernier, sur des betteraves fort altérées et qui ne pouvaient plus facilement être employées dans le travail ordinaire, j'ai obtenu de beaux cristaux, quoique les opérations n'aient eu lieu que sur quelques litres de jus.

J'ai émis, dès 1833, l'opinion que le charbon animal agissait dans les fabriques de sucre, non seulement par son action décolorante, mais surtout aussi par le carbonate d'ammoniaque qui l'imprègne et dont la présence est nécessaire pour séparer la chaux de sa combinaison avec le sucre, et à cette occasion j'ai déjà parlé de l'application de l'acide carbonique au travail des sucreries, dans le but de diminuer la consommation de noir animal ; mais alors j'avais en vue de séparer la chaux du sucre le plus promptement possible et d'éviter toute altération du sucre par l'action de la chaleur sur la combinaison de saccharate de chaux. Aujourd'hui, rassuré sur la facilité de cette altération du sucre, j'ai cherché à tirer parti de la fixité de cette combinaison, pour simplifier la fabrication du sucre de betteraves et faire entrevoir la possibilité de fabriquer du sucre de betteraves sans emploi de charbon animal.

Aujourd'hui plus que jamais je crois que des essais tentés en grand, pour rendre l'emploi de l'acide carbonique applicable aux travaux des fabriques, peuvent amener quelque résultat utile à la nouvelle industrie.

L'acide carbonique pourrait être produit par l'action de l'acide chlorhydrique (muriatique) sur la craie ou par la combustion du charbon de bois bien calciné ; dans le premier cas il

serait nécessaire de priver le gaz carbonique de l'acide chlorhydrique entraîné en le faisant passer à travers un cylindre vertical chargé de petits fragments de craie constamment humectés par un filet d'eau; dans le deuxième cas le gaz devrait être privé de la cendre qui pourrait être entraînée, au moyen de quelque corps facilement perméable, de tissus de laine peu serrés, de toiles métalliques, etc. Quant à l'absorption du gaz, elle pourrait être facilitée par l'insufflation dans le liquide sucré; mais il me paraîtrait préférable d'avoir recours, pour éviter toute pression, à l'emploi d'un cylindre horizontal, dans lequel le liquide serait mis en agitation au moyen d'un arbre armé de palettes. A travers ce cylindre on ferait passer un courant d'acide carbonique réglé par un registre et en même temps un filet continu de liquide sucré. En maintenant toujours dans le cylindre une certaine quantité de liquide déjà dépouillé de chaux, on pourrait, je pense, obtenir, par un écoulement continu, un sirop suffisamment privé de cette base.

Je ne me dissimule pas les difficultés de l'application de l'acide carbonique au travail sur une grande échelle, et ces difficultés peuvent être telles que l'adoption des procédés proposés devienne impraticable. Disons toutefois que la persévérance d'efforts a souvent levé des difficultés plus grandes que celles à surmonter.

J'ai fait une précipitation de la chaux du saccharate au moyen du carbonate d'ammoniaque sans emploi d'acide carbonique; mais je me suis aperçu que le sucre conservait un goût désagréable, ce que j'attribue à la difficulté de décomposer par l'ébullition seule la combinaison de sucre et d'ammoniaque. J'ai essayé aussi de précipiter la chaux de sa combinaison avec le sucre au moyen de l'albumine et au moyen du caséum. La précipitation n'est pas complète; par l'action du lait sur le saccharate de chaux on obtient une coagulation complète du caséum; mais la dissolution sucrée prend une couleur jaune assez prononcée qui

paraît être le résultat de l'action de la chaux sur la matière butireuse. Une dissolution de tannin précipite aussi la chaux de sa combinaison sucrée; mais cette précipitation est également incomplète, et le précipité très-volumineux se sépare difficilement.

La combinaison de sucre et de chaux a lieu en proportion définie; j'opère l'isolement de cette combinaison par l'action de l'alcool aqueux dans lequel elle est insoluble, tandis que le sucre non combiné s'y dissout. Par l'alcool je parviens également à isoler une combinaison de sucre et de potasse. La dissolution de saccharate de chaux laisse précipiter la chaux à l'état de carbonate cristallisé à l'air; mais il faut pour cela que le liquide ne soit pas trop concentré; lorsqu'il approche de l'état sirupeux, l'action de l'acide carbonique devient nulle, et l'on peut sans inconvénient dessécher la combinaison à l'air. Arrivée au point de cuite du sucre, elle se durcit peu à peu par son exposition à l'air et présente alors l'aspect de la gomme arabique; elle contient encore beaucoup d'eau et perd une partie de sa transparence lorsqu'on la dessèche par un courant d'air chaud.

J'ai étendu mes expériences à l'action de la chaux, de la baryte, de la strontiane sur la gomme, le sucre de raisin, le sucre de réglisse, la mannite, etc. Mes résultats ne sont pas encore assez complets pour que je puisse vous les décrire. Je vous dirai toutefois dès aujourd'hui que la gomme se combine aussi en proportion définie avec la chaux; que le gommate de chaux présente quelque analogie avec le saccharate de chaux; qu'il se décompose facilement par le contact de l'air, tant que les dissolutions sont affaiblies. Le sucre de réglisse combiné à la chaux laisse précipiter à l'air du carbonate de chaux parfaitement cristallisé et analogue à celui obtenu avec le saccharate de chaux. La mannite telle qu'on l'obtient de sa dissolution alcoolique se combine à une assez grande quantité de chaux; la dissolution est jaune; mais je me suis aperçu que cette coloration était due à une

combinaison de la chaux avec une matière résineuse ou huileuse qui reste combinée avec la mannite et qu'on peut en séparer en faisant bouillir la mannite à plusieurs reprises dans l'éther. La grande quantité de chaux qui se combine ainsi avec la mannite tient à la présence de cette huile ; car la mannite, obtenue après plusieurs cristallisations dans l'alcool, ne présente plus de coloration, et la chaux n'est plus retenue en combinaison.

Je crois devoir présenter les observations concernant la fabrication du sucre qui font l'objet principal de cette note, avec toute la réserve convenable; car d'un côté je ne me dissimule pas les difficultés qu'il y a dans l'application en grand des moyens indiqués, et malgré les résultats rassurants de mes essais sur la non altération du sucre par la chaux, je n'en admets pas moins la possibilité de cette altération dans quelques circonstances en présence des expériences de M. Becquerel et de l'observation de M. Daniell. Je dois ajouter toutefois qu'après avoir précipité par l'acide carbonique la chaux d'une dissolution de saccharate de chaux, conservée pendant un an dans un flacon fermé, j'ai reproduit du sucre très-bien cristallisé. Je répète cet essai pour obtenir des résultats quantitatifs ; cela m'a paru d'autant plus nécessaire pour asseoir une opinion sur l'altération du sucre, que, dans cette dernière expérience, le précipité produit par l'acide carbonique n'était pas entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique.

NOTE

SUR LA POSSIBILITÉ DE DISTINGUER LES FILAMENTS DU LIN ET DU COTON PAR L'OBSERVATION MICROSCOPIQUE,

Par M. Thém. Lestiboudois, Membre résidant.

J'ai été chargé par la Chambre de Commerce de Lille de déterminer si deux échantillons de fils qu'on m'a présentés étaient de lin ou de coton.

Pour résoudre la question qui s'élevait relativement à la nature des fils qui m'ont été remis, j'ai répété les observations faites par M. James Thompson, (*Revue britannique*, mars 1837, p. 169) et par M. Dutrochet (*Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, 1837, N.° 20, p. 739). J'ai fait mes observations avec le microscope d'Amici.

J'ai reconnu facilement sur un morceau de toile vieille, assez grosse et fréquemment lessivée, et sur un morceau d'étoffe de coton, lessivée aussi, assez grosse et ancienne, que les filaments du coton et du lin présentaient *nettement* les caractères que leur assignent les observateurs que je viens de citer ; savoir : que le lin est composé de fibres cylindriques droites, rigides, minces (fig. *d*, pl. *h*). Ces fibres présentent quelques traces noires, irrégulières et parfois des intersections opaques qui semblent des cloisons assez irrégulièrement placées ; mais je ne les prends pas pour des articles, au moins dans les filasses que j'ai observées ; ces parties opaques me semblent plutôt des matières res-

tées dans le tube, car elles ne sont pas souvent régulièrement limitées et sont parfois incomplètes (fig. *a*, *b*, *c*).

Quant aux filaments du coton, ils sont plus larges, non roides, plats, présentant quelques traces noires sinueuses, irrégulières, vers le centre, roulés sur eux-mêmes d'espace en espace, mais ne formant pas une spirale régulière (fig. *e*, *f*, *g*), quelquefois très-peu roulés (fig. *h*).

En observant la filasse de lin peignée pour filer le N.° 180, j'ai observé les mêmes caractères : seulement cette filasse très-fine présentait peu de tubes ayant l'apparence cloisonnée. Quelques fibres sont plates et semblent formées par l'agglutination de plusieurs filaments, le rouissage n'ayant pas détruit entièrement leur cohésion. On voit assez souvent la trace longitudinale de leur réunion, mais non constamment.

Les étoupes m'ont présenté un plus grand nombre de filets plats, formés par cohésion de petites fibres.

Le coton Géorgie longue soie, cardé, placé sous la lentille du microscope, m'a présenté les filaments plats, larges et roulés, qui offrent le caractère essentiel du coton, mais on remarque parmi eux des filets plus étroits, qui ne paraissent pas roulés (fig. *i*).

Après ces observations préliminaires, j'ai examiné des fils de lin et de coton.

Un fil de lin à dentelle ou de mulquinerie, dit 2 onces $\frac{1}{2}$, filé à la main et retordu, avait conservé toute sa rigidité ; il présentait, du reste, des filets cylindriques simples et d'autres paraissant articulés.

Un fil de lin, fait à la mécanique, N.° 180, non retordu, présentait presque tous filets cylindriques, non cloisonnés. Tous les filets étaient loin d'avoir la rigidité du lin filé à la main, soit que les apprêts qu'ils avaient subis, soit que le mode de filage les ait rendus plus mous, plus *cotonneux*.

Un fil de coton, N.° 200, filé dans la fabrique de M. Crespel,

m'a présenté des filaments plats, tordus, mais un grand nombre de filaments étroits et non tordus, comme j'en ai remarqué dans le coton Géorgie long.

Il est à noter que si le lin filé fin à la mécanique avait perdu de sa rigidité, le coton filé très-fin et tordu semblait, au contraire, avoir des fibres plus droites, et le nombre des filaments roulés semblait diminué, soit que l'étirage ou la position contrainte que doivent avoir les fibres dans le fil ait contrarié la disposition qu'ont ces fibres à se rouler en spirale, et leur ait donné l'aspect des filets étroits. On ne pouvait donc guère distinguer le fil de coton N.° 200 du fil de lin à la mécanique N.° 180 que parce qu'il restait évidemment dans le premier des filaments larges et roulés.

J'examinai alors les fils dont il s'agissait de déterminer la nature.

L'échantillon qui m'a été donné sous le N.° 1 m'a présenté un aspect semblable au coton N.° 200; il avait certainement des filaments plats et roulés, accompagnés de bon nombre de filets plus étroits et non roulés.

L'échantillon N.° 2 m'a présenté aussi des filets plats et roulés, mais rares, tandis que le nombre des filets étroits était excessivement grand.

Je dois dire que, pendant mes premières observations, j'appréciais avec beaucoup de difficultés les caractères que j'ai exposés.

Je dirai aussi que j'ai fait une série d'observations avec M. Delezenne, professeur de physique, qui, comme moi, est habitué aux recherches microscopiques, et qu'il a constaté pareillement les faits que je viens de relater.

Il résulte de ces faits :

En ce qui concerne les deux échantillons qui m'ont été remis, que le N.° 1 me paraît être du coton. (Les expériences chimiques de M. Kuhlmann ont prouvé postérieurement qu'il était effectivement du coton.)

Que le N.° 2 semble aussi être du coton, mais qu'il reste une plus grande incertitude. (Les expériences de M. Kuhlmann ont montré que c'était du coton.)

En ce qui concerne la manière de distinguer en général les fibres du lin des filaments du coton par les caractères microscopiques, on doit dire que cette distinction est fort difficile dans les fils très-fins, et qui n'ont pas subi de fréquents lessivages.

Parce que 1.° les filasses très-fines contiennent peu ou point de filets articulés;

2.° Les fibres, agglutinées avant les lessivages, simulent des filets plats et qu'on ne peut toujours distinguer les joints des fils parallèles;

3.° Les fibres des fils de lin faits à la mécanique perdent une partie de leur rigidité;

4.° Le coton filé fin et tordu semble acquérir de la rigidité, ou au moins ses fibres sont moins flexueuses;

5.° Tous les filaments du coton ne sont pas larges et roulés: il en est parmi eux, au moins dans les qualités fines, qui sont très-étroits et ne se distinguent pas nettement des filets cylindriques non cloisonnés du lin; ils sont surtout nombreux dans les fils très-fins.

En tout état de cause, si des observations microscopiques, faites avec un soin minutieux, peuvent faire distinguer les filaments du lin et du coton, elles ne paraissent pas devoir fournir un moyen *usuel* de faire cette distinction, et si on pouvait opérer des mélanges de ces matières, je ne vois pas à quel signe on pourrait les reconnaître.

DE L'UTILITÉ DES AGENTS CHIMIQUES

POUR DISTINGUER LE LIN DU COTON,

Par M. F. Kuhlmann, Membre résidant.

La constatation des caractères distinctifs particuliers au lin et au coton a déjà été l'objet d'assez nombreuses recherches entreprises dans des vues différentes. Les auteurs qui se sont occupés de cette question n'ont toutefois pas pensé qu'elle pût devenir d'une importance telle que sa solution pût influer sur l'avenir d'une des industries les plus importantes, celle de la filature du coton, et sur le maintien des tarifs de douane établis en vue d'assurer à cette industrie une protection contre les efforts d'une concurrence étrangère.

Les recherches faites jusqu'à ce jour ont eu pour résultat de constater par des observations microscopiques, les différences de conformation physique qui existent entre le lin et le coton; mais si ces différences peuvent être reconnues à des caractères assez tranchés au moyen de bons instruments, en opérant sur du coton ou du lin non œuvré ou qui n'a pas subi une forte torsion, il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de fils fins et retors, tels que ceux servant à la fabrication des dentelles. Alors les caractères deviennent moins nets et le brin du lin perd sa conformation droite, rigide, et acquiert une partie des propriétés du coton se présentant comme lui aplati et légèrement contourné. Aussi, l'observateur le plus habile se trouve-

rait dans l'impossibilité de prononcer avec la conviction nécessaire dans des cas d'expertise sur la nature des fils soumis à son examen.

Une question d'expertise de cette nature, soumise à la chambre de commerce de Lille, par le directeur des douanes de Dunkerque, a donné lieu de ma part à quelques essais pour m'assurer si les agents chimiques ne peuvent pas être de quelque secours pour distinguer le lin du coton dans les divers états dans lesquels ces matières existent dans le commerce. L'on pouvait penser d'abord que, si aucun caractère chimique n'a été indiqué encore pour distinguer le coton du lin, c'est que le besoin de faire cette distinction ne s'est pas encore fait sentir, et l'on pouvait espérer ainsi d'arriver à quelque résultat dès que des recherches seraient entreprises dans la vue unique d'établir une distinction entre ces deux matières filamenteuses. Cependant, si l'on considère que l'une et l'autre doivent avoir la même composition élémentaire, que, par conséquent, l'une et l'autre doivent se comporter de la même manière avec les agents chimiques, on concevra facilement la crainte de voir que les caractères physiques seuls puissent être invoqués, et que, par conséquent, la question reste dans cet état d'incertitude dont il serait si important de la faire sortir dans les circonstances qui ont motivé l'intervention de la chambre de commerce de Lille; je dis état d'incertitude, car alors même que, par un observateur bien judicieux et habitué à l'usage d'un appareil de grande précision, l'examen microscopique permettrait d'arriver à quelque certitude, ce moyen de constatation ne saurait être mis en pratique pour les besoins du commerce et de la douane.

J'ai eu recours à de nombreux moyens d'expérimentation par des agents chimiques, et malheureusement aucun ne m'a donné des résultats qui méritent d'être signalés. Si tel réactif agit avec plus de rapidité sur le coton que sur le lin, le

résultat définitif de cette action étant à peu près le même, j'ai jugé inutile d'en faire mention, parce que des caractères si peu différents ne pouvaient donner lieu à aucune application pratique.

Dans mes premiers essais j'ai opéré sur le coton et le lin aussi purs que possible, c'est-à-dire dépouillés par le lavage et le blanchiment de tous les agents qui les imprégnent dans leur état écru ; mais j'ai pensé ne pas devoir borner là mes recherches, d'autant plus que, dans la plupart des cas, il s'agira d'opérer sur des lins ou des cotons non soumis au blanchîment, et qu'il était important de signaler la différence des résultats qui pouvaient être obtenus avec du coton et du lin blanchis, et avec ces deux matières encore revêtues de leur enduit naturel. J'ai donc répété toutes mes expériences sur du lin et du coton écrus, et j'ai été assez heureux pour obtenir des résultats qui me paraissent de nature à résoudre, en partie du moins, la question qui m'avait été posée.

La réaction chimique qui m'a paru pouvoir servir le plus facilement à établir une différence entre le coton écru et le lin écru résulte du contact de ces matières avec une forte dissolution de potasse caustique. En trempant du coton écru dans cette dissolution, on ne change pas sensiblement sa couleur ; les filaments se contractent sur eux-mêmes et se roulent ; mais le coton ne subit d'autre coloration que celle de passer un peu au gris ou blanc sale. En opérant de la même manière sur le lin écru, le lin subit aussi et plus visiblement encore cette contraction des fibres qui détermine un mouvement fort visible ; mais en même temps le lin prend une couleur jaune orange qui ne permet dans aucun cas de le confondre avec le coton. Le résultat de cette coloration a lieu aussitôt l'immersion, et l'œil le moins habitué à juger des couleurs saisit la différence des résultats obtenus par la potasse caustique sur le lin et le coton écru, soit que ces matières se trouvent dans leur état de lin peigné ou de coton en laine, soit que ces matières aient subi une torsion :

les caractères de la coloration sont absolument les mêmes dans l'une comme dans l'autre circonstance.

Ainsi que je l'ai dit précédemment, le procédé proposé ne résout qu'en partie le problème proposé. Il ne serait généralement applicable qu'autant que le lin ne pourrait entrer en France qu'à l'état de lin écru; car, dès qu'il s'agit d'opérer sur le lin blanchi, il ne saurait conduire à aucune conclusion, et il laisse la question dans toute son incertitude. L'on pourrait, à la vérité, dans ce dernier cas, recourir à un autre caractère chimique qui repose sur la propriété qu'a le coton de prendre plus facilement que le lin la teinture en rouge dit d'Andrinople; mais ce moyen d'essai n'est pas applicable aux usages commerciaux, et, d'un autre côté, il est à craindre qu'en opérant sur du lin aussi divisé que celui qui sert à la fabrication de la dentelle, la différence ne soit pas aussi grande que celle remarquée sur des fils d'une grosseur ordinaire.

En résumé je pense que, si ni les observations microscopiques, ni l'action chimique ne peuvent donner d'indications suffisantes pour décider d'une manière absolue entre des fils de lin à dentelle et des fils de coton retors et également fins, lorsque ces fils sont blanchis, l'action de la potasse caustique est un auxiliaire toujours applicable lorsque les fils sont écrus.

Les caractères microscopiques et les caractères chimiques sont les mêmes pour le chanvre que pour le lin. Mes expériences ont eu lieu sur sept échantillons de lin de finesse et de nuances différentes : sur du chanvre du pays, du chanvre d'Alsace et une autre qualité provenant de la Russie.

En indiquant les résultats de mes essais et l'opinion à laquelle ces résultats m'ont conduit, je suis loin de prétendre que le procédé soit à l'abri de tout reproche et de toute incertitude, même pour le lin non blanchi; car il arrive souvent que le lin a subi une partie seulement des opérations du blanchiment, et dès-lors les caractères de coloration, quoiqu'ils existent

encore, sont moins décisifs. D'un autre côté, si une disposition législative, conçue dans le but de mieux assurer la perception des droits de douane sur le lin et le coton, n'autorisait l'entrée en France des lins qu'à l'état écru, il pourrait être à craindre que le coton ne fût quelquefois, dans une intention de tromper les agents du fisc, imprégné artificiellement d'une matière qui pourrait lui faire acquérir, par l'action de la potasse caustique, les mêmes caractères de coloration que si l'on opérait sur du lin. De nouvelles recherches deviendraient dès-lors nécessaires pour mettre la douane sur la voie de la constatation d'une pareille fraude.

NOTICE

SUR UN INSTRUMENT DE TACHYGRAPHIE

APPELÉ

TACHYGRAPHE,

Par M. A. Dujardin, Membre résidant.

Le Tachygraphe est un instrument au moyen duquel on peut représenter, par des signes extrêmement rapides, non-seulement la pensée et la parole, mais encore les idées et les productions musicales. De là deux espèces de Tachygraphe : le petit Tachygraphe, qui sert à écrire le discours, et le grand Tachygraphe, qui sert à écrire la musique.

Tachygraphe pour le discours.

Figurez-vous par la pensée une sorte de petit piano sans cordes, avec un clavier à 26 touches, représentant les 26 lettres de l'alphabet (*voyez* fig. 1, pl. 5). — Les 26 touches font mouvoir 26 leviers à l'extrémité de chacun desquels est attachée une plume (par plume nous entendons un instrument marquant de forme quelconque), qui, lorsque l'on frappe la touche correspondante, se meut rapidement de haut en bas, et fait un point d'encre sur le papier dont nous allons parler. Les 26 leviers convergent tous à leur extrémité vers le milieu de l'instrument de manière à occuper le moins de place possible en largeur. Supposons que la rangée des 26 plumes, $p\ p'$, fig. 1, ait un décimètre de longueur.

Une longue bande de papier blanc large d'un décimètre, roulée sur les gorges de deux poulies (*Porte-papier*, fig. 2), est tendue sous les pointes des plumes de l'instrument. Un mécanisme, mû par un ressort ou par un poids, fait mouvoir les poulies et déroule le papier, qui présente ainsi successivement toute sa longueur à l'action des plumes du Tachygraphe. On accélère, ralentit ou arrête le mouvement du porte-papier au moyen de pédales.

Voulez-vous écrire un discours sur le Tachygraphe ? Placez vos mains au-dessus du clavier, mettez le papier en mouvement et frappez successivement et avec légèreté les touches des lettres qui entrent dans la composition des mots que vous voulez écrire. Vous faites ainsi tomber sur le papier une pluie de points d'encre, qui d'abord semblent comme jetés au hasard, mais dont on retrouve facilement le sens par le procédé suivant :

Étalez la bande de papier sur une table et appliquez sur sa surface une lame d'ivoire (fig. 3) longue d'un décimètre, dont l'une des faces est partagée en 26 cases égales représentant les 26 lettres de l'alphabet.

Tous les points d'encre qui se trouvent sous la case *c* sont des *c*, sous la case *m* des *m*, sous la case *v* des *v*, et ainsi de tous les autres points d'encre. Leur succession de haut en bas indiquant l'ordre dans lequel ils ont été frappés sur le papier, il est évident que c'est aussi celui dans lequel les lettres correspondantes doivent être rangées pour reconstruire les mots et les phrases.

Dans l'ordre de position alphabétique, *a* est antérieur à *c*, *d* à *u*, *g* à *r*, *l* à *o*, *m* à *t*, etc., etc. — Or, lorsque dans un mot plusieurs lettres successives sont de gauche à droite antérieures les unes aux autres, comme dans : *de, du, au, ou, en, et, nu-it, ac-tu-el, des, bis, cor, coq, mou-cho-irs, cinq, mort, abcès,* etc., il convient de les frapper simultanément en forme d'arpège. On économise de cette manière la moitié du temps et du papier.

Tachygraphe pour la musique.

Le Tachygraphe musical est une espèce de piano ordinaire à 6 octaves, sans cordes. Chaque octave étant composée de 12 notes, nous avons $6 \times 12 = 72$ touches, qui font mouvoir 72 leviers, armés de plumes et convergeant vers le milieu de l'instrument, comme fig. 1. Supposons que la rangée des 72 plumes ait 3 décimètres de longueur. La bande de papier roulée sur les poulies a par conséquent 3 décimètres de largeur. Cette bande de papier est lignée transversalement dans toute son étendue, et toutes les lignes sont à égale distance l'une de l'autre, un millimètre, par exemple (*voyez* fig. 4).

Voulez-vous écrire de la musique tachygraphiquement? Mettez le papier en mouvement et exécutez sur le clavier du Tachygraphe le morceau que vous voulez écrire comme si vous le jouïez sur un piano ordinaire. Tout le morceau, chant et accompagnement, sera écrit en même temps qu'exécuté. — On retrouve le sens musical des points d'encre comme nous avons dit qu'on retrouvait leur sens littéral, au moyen d'une lame d'ivoire de 3 décimètres de longueur, dont l'une des faces est partagée en 72 cases égales portant les noms des 72 notes des 6 octaves. Les points d'encre qui se trouvent sous la case *fa* 3.e octave sont des *fa* de 3.e octave; sous la case *la* ♯ 4.e octave des *la* ♯ ou *si b* de 4.e octave, et ainsi de suite.

Les lignes du papier (fig. 4) aident à connaître la valeur relative des notes. En effet, en admettant que le musicien ait joué en mesure, plus il y a de millimètres d'intervalle entre deux notes consécutives, plus la première de ces notes a de valeur, ou bien plus le repos entre ces deux notes est long, ce qui revient au même, et réciproquement. Plusieurs points d'encre sont-ils sur la même ligne? cela prouve que les notes correspondantes ont été frappées simultanément. Il serait peut-être

préférable de faire traîner les plumes sur le papier pendant tout le temps que les doigts appuieraient sur les touches. On aurait ainsi des traînées d'encre dont les longueurs relatives indiqueraient les valeurs relatives des notes correspondantes. Les repos, pause, soupir, etc., seraient indiqués par les espaces interlinéaires laissés en blanc.

Plus le mouvement du morceau qu'on veut écrire est animé, plus il faut accélérer le mouvement du papier, et réciproquement.

Il serait à désirer qu'on parvînt à réunir le mécanisme du Tachygraphe à celui du piano, pour ne former des deux qu'un seul instrument sonore et tachygraphe tout à la fois. Cette réunion permettrait aux compositeurs de bien suivre le fil de leurs idées et de soigner convenablemet l'exécution de leurs créations musicales.

Telle est l'idée première du Tachygraphe. Il nous reste à dire par quel procédé on peut se passer de la lame d'ivoire pour interpréter les points d'encre disséminés sur la bande de papier, procédé qui facilite singulièrement la lecture de notre écriture tachygraphique.

I. Dans le système d'écriture actuel, on distingue les lettres les unes des autres par leur forme. Nous proposons, dans notre système tachygraphique, de les distinguer les unes des autres par leur couleur ; mais comme il serait impossible de préparer autant d'encres colorées bien distinctes qu'il y a de lettres dans l'alphabet, voici ce que nous avons imaginé :

Soient 6 couleurs : bleu, rouge, jaune, violet, noir, vert.

Nous représentons toutes les lettres de l'alphabet, moins *k* et *w*, par ces 6 couleurs, comme il suit :

a *b* *c* *d* *e* *f*
bleu, rouge, jaune, violet, noir, vert.

g *h* *i* *j* *l* *m*
bleu, rouge, jaune, violet, noir, vert.

n *o* *p* *q* *r* *s*
bleu, rouge, jaune, violet, noir, vert.

t *u* *v* *x* *y* *z*
bleu, rouge, jaune, violet, noir, vert.

Nous partageons la bande de papier en 4 colonnes longitudinales, une colonne pour chaque série des 6 couleurs:

a, b, c, d, e, f, – g, h, i, j, l, m, – n, o, p, q, r, s, – t, u, v, x, y, z.

Est-il possible, au moyen de ces colonnes, de confondre les lettres les unes avec les autres, quoiqu'elles soient représentées par les mêmes couleurs? Nous ne le pensons pas; nous croyons même qu'avec un peu d'habitude il serait aussi facile de lire l'écriture diversicolore du Tachygraphe que de lire notre écriture diversiforme.

II. Nous avons dit plus haut que le papier à écrire la musique devait être ligné très-serré et dans toute son étendue. Mais comme il serait impossible de se servir de ce papier pour écrire la musique avec des encres de couleur, nous le rejetons et nous proposons pour rhythmer la musique le moyen suivant: Le musicien, en écrivant, bat avec le pied la mesure sur une pédale *ad hoc*, au moyen de laquelle il fait sur la bande de papier un point d'encre particulier au commencement de chaque mesure. Le morceau terminé, il tire des lignes transversales au crayon par tous les points faits par la pédale, et détermine ainsi la mesure ou le rhythme de sa composition. Un œil

médiocrement exercé jugera aisément à quels temps d'une mesure appartiennent les notes disséminées dans l'intervalle d'une ligne à la ligne suivante.

Disons maintenant comment on écrit la musique au moyen des encres de couleur. La bande de papier est partagée en 6 colonnes égales, une pour chaque octave. Les 6 octaves étant composées des mêmes notes, au nombre de 12, et rangées dans le même ordre : *ut - ut ♯ - ré - ré ♯ - mi - fa - fa ♯ - sol - sol ♯ - la - la ♯ - si -*, ce que nous allons dire de l'une d'elles sera exactement applicable aux cinq autres.

Soient encore les 6 couleurs : bleu, rouge, jaune, violet, noir, vert.

Nous représentons les douze notes d'une octave par deux séries successives de ces 6 couleurs, comme il suit :

ut, ut ♯, ré, ré ♯, mi, fa, fa ♯, sol, sol ♯, la, la ♯, si.
bleu, rouge, jaune, viol., noir, vert; bleu, rouge, jaune, viol., noir, vert.

Quoique chaque couleur représente deux notes différentes dans la même colonne, il est impossible, vu leur position respective, de confondre l'une de ces notes avec l'autre. Le bleu, par exemple, qui représente un *ut* ou un *fa ♯*, se trouve dans le premier cas au bord gauche de la colonne, et dans le second au milieu de la colonne; ainsi des autres couleurs.

Puisse cette esquisse de notre instrument de tachygraphie mettre quelqu'un sur la voie pour arriver à quelque chose de moins imparfait!

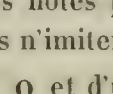
SIMPLIFICATION

DE L'ÉCRITURE DE LA MUSIQUE.

Par M. A. Dujardin, Membre résidant.

On convient généralement et avec raison que la lecture de la musique est très-difficile. Les mêmes signes représentant cinq intonations ou sons tout-à-fait différents suivant que l'une des cinq clefs se trouve au commencement des portées, on conçoit qu'il faut être doué d'une habileté rare pour ne pas se tromper à chaque instant; pour ne pas confondre les intonations les unes avec les autres. Tel musicien, qui lit parfaitement avec la clef de *sol*, se trouve fort embarrassé pour lire quelques notes avec les clefs d'*ut* ou de *fa*, et réciproquement. Combien d'années ne faudrait-il pas pour parvenir à lire passablement un livre dans lequel les lettres changeraient trois ou quatre fois de signification, suivant qu'il y aurait telle ou telle clef au commencement des pages; si A, par exemple, signifiait tantôt A, tantôt B, tantôt C et tantôt D; si B signifiait tantôt B, tantôt C, tantôt D et tantôt E; et ainsi des autres lettres de l'alphabet? Eh bien! telle est l'écriture de la musique. Aussi combien peu de musiciens, même parmi les plus habiles, savent lire couramment avec toutes les clefs! et cependant la musique est une espèce de langue universelle que le plus grand nombre comprend. Il serait donc bien important, selon nous, de trouver un nouveau système d'écriture musicale plus simple et par conséquent plus à la portée de tout le monde. Tel est le problème que nous nous proposons de résoudre.

La série des sons musicaux étant divisée en plusieurs séries secondaires et successives, absolument semblables entre elles, nommées *octaves*, n'est-il pas naturel de penser, avec J.-J. Rousseau, qu'il conviendrait de représenter les sons correspondants de toutes les octaves par les mêmes signes, sauf à donner à ces signes une marque distinctive pour chaque octave? Le système d'écriture proposé par le philosophe de Genève est trop connu pour que nous en parlions. Voici en quoi le nôtre consiste.

Tout le monde sait que ceux qui écrivent de la musique font arbitrairement les *queues* de leurs notes au-dessus, au-dessous, à droite ou à gauche, exemple :  . Nous demandons pourquoi on ne se servirait pas de ces différentes manières de placer la *queue* des notes pour les distinguer par octaves ; pourquoi les musiciens n'imiteraient pas les typographes, qui, au moyen de la lettre o et d'une *queue* placée au-dessus, au-dessous, à droite et à gauche, forment quatre lettres b d p q, qu'on ne s'avise jamais de confondre les unes avec les autres, même lorsque les caractères sont excessivement fins. Les typographes, comme on le voit, savent tirer parti de leurs signes : les musiciens, au contraire, font un abus des leurs en n'en tirant pas tout le parti convenable. Nous proposons donc de ne plus placer indifféremment la *queue* des notes au-dessus, au-dessous, à droite, à gauche, mais d'employer ce moyen précieux pour former quatre octaves successives aussi distinctes les unes des autres que les quatre lettres b d p q.

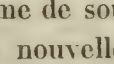
La figure 5, planche 5, représente ces quatre octaves.

Mais comme quatre octaves ne suffiraient pas pour écrire toute espèce de musique, celle de piano, par exemple, nous proposons d'avoir recours, comme on le fait maintenant, aux fragments de lignes additionnelles, afin de pouvoir écrire une

octave au-dessus et une octave au-dessous de la portée, ce qui nous donne une série de six octaves consécutives, c'est-à-dire, plus qu'on n'en peut écrire au moyen des clefs de *fa* et de *sol* réunies, et d'un nombre de lignes additionnelles égal à celui que nous employons.

La figure 6, planche 5, représente la série des six octaves.

Nous avons, comme on le voit, supprimé deux lignes à la *portée*. Personne ne contestera que ce ne soit là une amélioration très-avantageuse. En effet, il est bien plus facile de lire la musique sur trois lignes que sur cinq.

La ronde ○ est le seul signe de la notation qui n'ait pas de queue ; mais comme une ronde avec une queue équivaudrait à une blanche , nous proposons de changer la ronde en carrée □, et de lui donner une queue  .

Les signes suivants : dièze, bémol, bécarre, pause, demi-pause, soupir, demi-soupir, quart de soupir, huitième de soupir, seizième de soupir, restent ce qu'ils sont aujourd'hui.

Telle est la nouvelle méthode d'écriture musicale que nous avons l'honneur de proposer. Elle est très-simple..... Elle s'éloigne très-peu de la manière d'écrire actuellement usitée... Elle dispense de l'usage des clefs, qui font le désespoir de la plupart des écoliers en musique.... Voilà ses principaux avantages. Quels seraient ses inconvénients.....?

GÉOLOGIE.

DE LA COSMOGONIE DE MOISE,

COMPARÉE AUX FAITS GÉOLOGIQUES,

Par M. Marcel de Serres, Professeur de Minéralogie et de Géologie à la Faculté des Sciences de Montpellier, membre correspondant.

Élevé dans toute la science des Égyptiens, mais supérieur à son siècle, Moïse nous a laissé une cosmogonie dont l'exactitude se vérifie chaque jour d'une manière admirable. Les observations géologiques récentes s'accordent parfaitement avec la Genèse sur l'ordre dans lequel ont été successivement créés tous les êtres organisés. (Cuvier, *Discours sur les révolutions du globe.*)

AVANT-PROPOS.

Le caractère sérieux du siècle auquel nous appartenons et la tendance religieuse qui s'est récemment manifestée dans toutes les classes de la société, doit nous faire espérer que l'on nous saura quelque gré d'avoir entrepris un travail en harmonie avec ces idées. Aussi espérons-nous que, dans son examen, on songera moins à l'écrivain qu'à l'objet important de son travail. Ce sujet est assez grave pour mériter un sérieux examen et attirer l'attention des hommes éclairés.

Si notre travail est entaché de quelques inexactitudes, ces inexactitudes ne peuvent qu'être infiniment légères, d'après toutes les précautions que nous avons prises pour les éviter, et

les hommes habiles que nous avons consultés. C'est aussi avec une pleine conviction que nous avons pris la plume, non pour défendre un livre qui n'a pas besoin de notre soutien, mais pour démontrer aux hommes qui n'ont pas le loisir de cultiver une science encore à son berceau que ses découvertes sont loin d'être en opposition avec les faits qui s'y trouvent consignés. Ce but nous a puissamment encouragé; puissions-nous avoir été assez heureux pour l'avoir atteint!

PRÉFACE.

A mesure que les sciences s'étendent et se perfectionnent, elles doivent porter leurs regards aussi bien sur les faits sensibles et physiques que sur les vérités que peuvent renfermer les ouvrages de l'antiquité. Parmi les œuvres des premiers temps et que les siècles n'ont point anéanties, il est un livre surtout qui doit à tous égards fixer l'attention des hommes éclairés. La haute science dont il est empreint, le style sublime avec lequel il est écrit, ont trop constamment excité l'étonnement et l'admiration des âges passés pour ne pas mériter un sérieux et profond examen de la part de ceux qui cherchent et poursuivent avec ardeur la connaissance de la vérité.

Cette admiration et cet étonnement auraient été sans doute plus grands encore si la *Genèse* avait été considérée sous les rapports qu'elle paraît avoir avec les faits géologiques. En effet, l'accord que l'on remarque entre le récit qu'elle nous donne de la création et ces mêmes faits est si frappant, que la première page du premier des livres n'est en quelque sorte que le résumé des observations scientifiques les plus récentes (1). C'est là une

(1) La *Genèse*, que l'on attribue avec raison à Moïse, est en effet le plus ancien livre connu. Moïse est né, à ce qu'il paraît, il y a déjà plus de trente-trois siècles, c'est-à-dire l'an 3,323 avant notre époque, ou l'an 3,936 depuis l'apparition de l'homme, et 2,100 ans après le déluge. Or, il n'est aucun écrivain connu dont les ouvrages remontent à une aussi haute antiquité.

vérité trop long-temps méconnue, mais que le plus grand des naturalistes modernes a fait sentir bien avant nous avec cette profondeur de talent qu'il a portée dans tous ses travaux. La science oblige seulement à considérer, comme des époques indéterminées et dont rien ne peut fixer ni la date ni la durée, ce que l'on a long-temps nommé les jours de la création. C'est la seule modification que les observations de la science nous forcent à faire au sens ordinaire et le plus généralement adopté du texte hébreu. Heureusement, ce récit, considéré dans son ensemble, et le texte, envisagé en lui-même, se prêtent parfaitement à ce mode d'interprétation, et plus on approfondit cette interprétation plus on lui trouve de justesse, soit que l'on y arrive par l'étude des différents phénomènes qui se sont succédé pendant les six époques de la création, soit que l'on y parvienne par l'étude unique du texte hébreu, preuve évidente que la vérité est une, et qu'une fois aperçue tous les moyens y conduisent également.

La science, qui, à son berceau, cherchait, par suite d'une fausse philosophie, des armes pour combattre ce que le commun des hommes a constamment respecté, doit donc maintenant proclamer hautement les conséquences auxquelles l'ont conduite les observations les plus précises et les plus positives. En effet, d'après l'Écriture, comme d'après les observations géologiques et d'après les faits dont les entrailles du globe nous ont conservé le souvenir, la terre a été long-temps privée d'êtres vivants, et lorsque ces êtres y ont apparu, ils s'y sont succédé en raison inverse de la complication de leur organisation. L'homme, le plus parfait des êtres au physique comme au moral, a donc dû venir le dernier sur cette terre, et couronner ainsi en quelque sorte l'œuvre du Créateur. C'est aussi ce que nous apprennent les livres saints et les couches terrestres les plus récemment déposées.

Tel est l'ordre de la création que Moïse nous a révélé; tel

est aussi celui que la science moderne, cette Géologie dont le nom n'existait pas encore il y a un demi-siècle, nous a forcé de reconnaître depuis qu'elle a étudié les diverses couches terrestres. C'est en effet dans le sein de ces couches que sont ensevelies ces antiques générations, ces races éteintes, preuves irrécusables des grandes et diverses modifications que notre globe a successivement éprouvées, modifications qui ont précédé ou suivi chaque ordre et chaque système de création.

La science marche donc d'accord avec la religion, et ce résultat peut être considéré comme le plus heureux et le plus digne des efforts des hommes civilisés. C'est vers ce but que doivent tendre nos recherches scientifiques; pour l'atteindre, nous avons comparé le récit de Moïse avec les faits géologiques, afin que chacun pût juger de leur concordance avec ce même récit, et par conséquent apprécier les documents qu'il nous a transmis. Si l'on veut donner à notre travail une sérieuse attention, on sera probablement convaincu avec nous de l'exactitude d'une cosmogonie qui a frappé également l'illustre Cuvier, et qui lui a fait dire que toutes les observations géologiques en confirment pleinement la vérité.

On aurait du reste une bien imparfaite idée de la Bible, si l'on supposait qu'elle ne s'accorde qu'avec les faits géologiques. Les progrès de la physique, de l'histoire naturelle, de l'archéologie et de l'histoire, sont venus appuyer de leur imposante autorité ce qu'elle nous apprend touchant les faits physiques ou les documents historiques. Il y a plus encore : les découvertes des voyageurs modernes ont confirmé les faits dont elle nous a transmis le souvenir, et ont démontré de la manière la plus incontestable qu'ils s'accordent avec ce que nous apprennent les monuments de l'antiquité.

En effet, n'est-ce pas à l'aide des renseignements précieux que fournit la Bible que M. Léon de Laborde a pu parcourir tout récemment l'Arabie avec fruit. Les renseignements que

donne l'Écriture sur cette contrée sont surtout remarquables par leur justesse, lorsqu'on veut remonter à une époque reculée de l'histoire de ce pays. Ainsi l'Écriture nous fait connaître les peuples et les divers territoires de l'Arabie avec une plus grande exactitude que les auteurs et les voyageurs les plus modernes, ainsi que le fait observer l'écrivain que nous venons de citer, Ce qui doit surtout nous surprendre, l'emplacement fixé par la Bible aux différentes peuplades arabes se rapporte assez exactement à la division des territoires qu'ont adoptée de nos jours les diverses tribus.

Les importants travaux de M. Champollion le jeune, et particulièrement ceux que nous lui devons sur l'ancienne Égypte, ont également confirmé et appuyé de leur autorité la vérité et l'exactitude des événements racontés par les livres saints, et qui se rattachent à l'histoire de ce pays. Ainsi, la découverte faite par cet illustre savant des traits du roi Roboam, petit-fils de David, sur les monuments de l'Égypte, et de ceux du roi Sésac, figurés sur les mêmes monuments, est venue fournir en quelque sorte une vérification de l'Écriture. Ce Sésac n'est autre, en effet, que ce Pharaon que cite la Bible, et dont, d'après elle, Dieu se serait servi pour châtier l'impiété de Roboam. Ce Pharaon n'est pas cependant ce prince puissant dans lequel Newton et Bossuet étaient portés à reconnaître le grand Sésostris; car ce monarque vivait à une époque bien plus ancienne que le Sésac vainqueur de Roboam. Tout, dans cette représentation du roi vainqueur et du roi vaincu, dont la figure juive annonce assez le pays qui l'a vu naître, ce roi de Juda, ici tenu enchaîné par Sésac, ce conquérant qui, d'après l'Écriture, s'empara du royaume des fils courageux de Jacob, tout confirme cette tradition et s'accorde avec ce qu'elle nous apprend de ces grands événements.

Ces monuments détruisent donc l'assertion de Volney, qui voulait que le Pentateuque fût moderne et eût été rédigé seu-

lement après la captivité de Babylone. Les monuments de l'ancienne Égypte, bien antérieurs à cette captivité, ne peuvent nous tromper, et il nous disent évidemment le contraire. Après ces travaux, nous devrions sans doute parler de ceux de Wilkinson sur l'Égypte, de Robert-Ker-Porter sur Babylone, et de Paravey sur les livres écrits aussi en hiéroglyphes, conservés à la Chine, et qui ont ouvert des voies nouvelles et jusqu'à présent inconnues aux recherches et aux labeurs des archéologues ; mais leur examen nous entraînerait beaucoup trop loin. Nous dirons seulement qu'à l'aide de ces livres, qu'on ne peut bien apprécier que dans l'idiôme du pays, on est parvenu à démontrer que la chronologie égyptienne, la seule authentique et réelle, est celle d'Érastothène, et non celle de Manéthon, qu'ont suivie cependant Champollion et quelques autres savants. Cette chronologie est en parfaite harmonie avec les listes données par Érastothène et celles des livres saints qui se retrouvent mot à mot dans les prétendues listes regardées à tort comme celles de souverains du *Céleste Empire*.

L'aperçu que nous venons de tracer, quoique étranger en apparence au plan de notre travail, suffira sans doute pour prouver que si la *Genèse* concorde parfaitement avec les faits géologiques nouvellement observés, le reste de l'Écriture sainte est également d'accord avec les nouvelles découvertes dues aux pénibles et laborieuses recherches de nos historiens et de nos archéologues. Un livre qui concorde si bien avec les faits physiques, qui ne peuvent nous tromper, ne pouvait pas être démenti par les monuments et les traditions des hommes dont il est la première comme la plus fidèle expression. La *Genèse*, où des hommes pieux vont constamment puiser des sujets de méditation pour raffermir leur foi, mérite donc d'être étudiée sous des rapports nouveaux. Puisse notre travail attirer l'attention des hommes sérieux sur un livre qui contient des vérités si sublimes et qui offre aux recherches des savants un champ si vaste et pourtant si peu exploré.

INTRODUCTION.

On a tant écrit sur la cosmogonie de Moïse qu'il semble difficile d'ajouter quelque chose aux observations géologiques qui ont été faites sur le livre le plus ancien dont l'Occident soit en possession. En effet, la *Genèse* remonte à plus de 3,300 ans, et l'on sait que la chronologie d'aucun des peuples de l'Occident ne s'étend par un fil continu à plus de 3,000 ans avant les temps actuels. Aucun d'eux ne nous offre, du moins avant cette époque, ni même deux ou trois siècles plus tard, une suite de faits liés ensemble avec quelque vraisemblance et quelque certitude.

Aussi, les premiers qui ont étudié les livres que nous sommes en droit d'attribuer à Moïse, trop pénétrés de leurs beautés, qu'ils ont d'ailleurs considérées comme inspirées, leur ont accordé un respect éminemment religieux, et leur ont en quelque sorte voué un culte particulier. Ces livres, sacrés pour eux, ils les ont envisagés comme la vérité même, à laquelle on ne doit rien ajouter ni rien retrancher. De pareilles idées n'ont point été partagées par les philosophes des temps modernes et surtout par ceux du siècle qui vient de finir; ceux-ci, portant dans toutes les discussions cet esprit de scepticisme qui les animait, n'ont voulu voir dans le récit du législateur des Hébreux que des idées incohérentes en contradiction avec les faits physiques les mieux démontrés.

Sans partager à l'égard de la *Genèse* l'enthousiasme religieux des premiers, ni l'irrévérence et nous pourrions dire la mauvaise foi des seconds, il est facile de reconnaître que le récit de la création fait par Moïse est plus d'accord avec les faits géologiques les plus constants que les systèmes imaginés par les plus beaux et les plus brillants génies.

C'est à la démonstration de cette vérité que nous consacrerons

ce travail. Nous l'adresserons particulièrement à ceux qui cherchent la vérité de bonne foi, sans d'autre motif que celui d'arriver à sa découverte. Nous considérerons donc Moïse comme le plus ancien écrivain qui nous ait laissé quelque idée sur la formation de cette terre que nous avons tant d'intérêt à bien connaître.

Que l'on ne pense pas que nous voulions supposer que Moïse ait entendu le moins du monde faire un traité de géologie. Un but plus élevé dirigeait sa pensée ; le législateur des Hébreux, loin d'écrire pour des physiciens et encore moins pour des naturalistes, a seulement voulu donner aux peuples qu'il était chargé d'instruire des idées raisonnables sur la création de cette terre, sur laquelle la volonté de Dieu les avait placés. Heureux si nous parvenons à démontrer que plus de dix-huit siècles d'observation ont été nécessaires pour nous dévoiler un certain nombre des faits consignés dans le récit que nous allons examiner.

Avant de discuter la cosmogonie de Moïse, il est essentiel de bien fixer le véritable sens que ce grand homme paraît avoir attaché au mot hébreu *yom* dont il s'est servi. Cette expression n'a pas été, ce semble, constamment bien interprétée ; car dans la version grecque elle est rendue par ἡμέρα, et dans la Vulgate par le mot *dies*, que l'on a fini par assimiler à nos jours de vingt-quatre heures. Mais est-ce bien là le véritable sens du mot *yom ?* c'est ce qu'il importe d'examiner.

La meilleure manière de déterminer le sens qu'un écrivain a attaché à une expression, c'est de considérer non seulement celui qu'il lui a donné dans une partie de ses écrits, mais surtout dans leur ensemble, afin d'en reconnaître la véritable acception. Or, en appliquant ce principe à la question qui nous occupe, il est facile de reconnaître que, dans le langage de l'Écriture, le mot *yom* ne paraît pas avoir un sens fixe et invariable, et qu'il signifie en général plutôt un espace de temps indéterminé qu'une époque

précise et limitée comme nos jours de vingt-quatre heures (1).

Dans la *Genèse* même Moïse l'emploie dans ce sens; en effet, après avoir détaillé les œuvres successives de la création, il en fait une sorte de récapitulation en disant : « Telles ont été les générations des êtres au jour où Dieu créa le ciel et la terre. » Or, évidemment dans ce passage, le mot *yom* signifie, non pas un jour de vingt-quatre heures, mais plutôt les six jours ou les six époques de la création, et répond au mot *temps* ou à des époques indéterminées.

D'ailleurs, ainsi que l'a observé Deluc, comment, en parlant de la première époque, Moïse aurait-il pu l'assimiler à nos jours de vingt-quatre heures, puisque ceux-ci sont mesurés par des révolutions de la terre sur son axe, en présence du soleil, et que cet astre n'a été approprié qu'à la quatrième époque ou au quatrième jour à éclairer et à répandre de la lumière sur la terre. Moïse n'a donc point voulu parler d'un jour de vingt-quatre heures, mais bien d'une période d'une longueur indéterminée.

Aussi l'expression *yom* du texte hébreu a-t-elle été employée dans ce sens en d'autres endroits de la *Genèse*, où le mot *matin* désigne le commencement, et le mot *soir* la fin de quelque période. C'est, du reste, la seule manière d'entendre cette désignation de chacun des jours ou de chacune des époques dont parle la *Genèse* : « Ainsi fut le soir, ainsi fut le matin, et ce fut le premier jour et ainsi de tous les autres (2). »

En effet, l'intervalle du soir et du matin ne fait qu'une portion

---

(1) Le mot hébreu traduit par *jour* signifie aussi, d'après certains interprètes, un espace de temps, une époque et une manifestation phénoménique ou œuvre.

(2) On lit également dans Daniel : *Usque ad vesperam et manè dies duo millia trecenti*, VIII, 14 : il est bien évident ici que ces mots *soir* et *matin* s'appliquent à la fin et au commencement d'une période, et ne se rapportent nullement à des portions de nos jours de vingt-quatre heures.

d'un jour de vingt-quatre heures, et non un de ces jours, au lieu que le commencement et la fin d'une période la constituent et la complètent. Cette opinion, adoptée d'abord par Burnet, Whiston et Deluc, l'a été également par Dom-Calmet, l'abbé Frayssinous, et enfin par Kirwan et Cuvier. Si elle ne l'a pas été par la plupart des commentateurs de la Bible, c'est moins parce qu'ils ne l'ont pas considérée comme fondée que dans la crainte d'altérer en quelque manière un texte qu'ils considéraient comme sacré.

Cependant, récemment M. Letronne, aux lumières duquel personne ne rend plus hommage que nous, n'a pas cru pouvoir partager ce mode d'interprétation. D'après lui, elle serait contraire à l'ensemble du texte et le rendrait complètement inintelligible. « Ce récit, a-t-il ajouté, demeure véritablement inexplicable, lorsqu'on part du point de vue scientifique ; mais il devient clair et facile, comme le reste du chapitre de la *Genèse*, quand on ne veut y voir que l'expression native de ces idées élémentaires qui se sont présentées à tous les peuples dans l'enfance de la civilisation. »

M. Letronne n'ayant pas autrement fait connaître les motifs de son opinion, et en quoi cette interprétation contrarierait le texte hébreu et le rendrait inintelligible, nous nous en tiendrons à l'opinion de Deluc et de Kirwan ; car il nous semble, avec ce dernier, que lorsqu'un sens raisonnable peut être donné à une expression dont la valeur n'est pas parfaitement déterminée, il vaut mieux l'adopter que s'attacher au sens précis et littéral. C'est surtout dans des cas pareils que s'applique dans toute sa force ce vieil adage, que la lettre tue et l'esprit seul vivifie.

D'ailleurs, le langage de Moïse peut-il être comparé à celui du physicien qui disserte, ou du savant qui discute sur une question controversée. Encore même, sous ce rapport, n'est-il pas dans les sciences un langage de convention qui, s'il était pris dans son sens littéral et rigoureux, conduirait aux plus graves erreurs. Ainsi, l'Annuaire du Bureau des Longitudes ne

parle-t-il pas constamment du cours du soleil, de son lever, de son coucher, quoique dans l'opinion des savants qui le rédigent tout cela ne soit qu'apparent.

Ces expressions sont aujourd'hui tellement consacrées par l'usage que ceux qui les emploient ne réfléchissent pas plus sur leur véritable sens que ceux dont ils les tiennent, et à tel point que tout autre langage paraîtrait aux uns et aux autres tout au moins extraordinaire, si ce n'est peut-être ridicule.

N'employons-nous pas nous-mêmes et constamment le mot *jour* dans le sens et la signification d'époque, et ne disons-nous pas communément les beaux jours de la Grèce; et par ces mots n'entendons-nous pas les beaux temps et le beau siècle de cette contrée, à laquelle nous, peuples modernes, nous devons une partie de notre civilisation.

Enfin aujourd'hui même n'existe-t-il pas une grande diversité dans la manière d'entendre et de désigner les espaces de temps que nous nommons jours. Ainsi, chez certains peuples, ces espaces ne comprennent pas vingt-quatre heures, mais seulement la moitié de cet intervalle. D'autres commencent leurs jours à six heures du matin, tandis que dans l'usage le plus général l'heure de minuit est fixée pour le commencement et la fin de cette période. Comment dès-lors et dans un pareil désaccord vouloir que Moïse ait entendu précisément désigner par le mot *yom* des jours semblables aux nôtres.

Il paraît donc qu'en considérant le mot *yom*, dont Moïse s'est servi, non comme des jours de vingt-quatre heures, mais comme des époques indéterminées, on peut se former une idée de la création conforme à celle que nous allons en donner. D'un autre côté, si l'on n'adoptait pas cette interprétation, il semblerait à peu près impossible de donner au récit de Moïse un sens raisonnable, tandis qu'avec elle ce récit est si conforme aux faits maintenant démontrés, que l'on est pénétré d'admiration pour son auteur, surtout lorsqu'on songe à l'époque à laquelle il a été écrit.

Les temps dont la *Genèse* nous donne une idée paraissent comprendre trois grandes périodes. La première est celle où, dans le principe des choses, c'est-à-dire au commencement des temps, Dieu créa ce qui fut les cieux et la terre. La seconde se rapporte aux temps où Dieu, dans sa sagesse infinie, jugea utile d'organiser la terre et les différents corps célestes qui composent le système de l'univers. Cette seconde période, dont nous ne pouvons pas plus apprécier l'étendue que celle de la première, comprend les temps géologiques, ceux qui sont antérieurs à l'apparition de l'homme. Ainsi, sous le rapport de leur durée et de l'espace de temps qu'elles peuvent embrasser, ces deux périodes sont hors de toute espèce d'évaluation.

La seule de ces périodes susceptible de quelque appréciation se rapporte à la venue de l'homme, ainsi qu'à sa dispersion sur la surface du globe, qu'il a animé et embelli par les effets de son activité et de son industrie. Mais si la terre qui fut son berceau remonte à une très-haute antiquité, en est-il de même de l'espèce humaine ? Si nous consultons à cet égard les faits physiques comme les documents historiques, les uns et les autres nous répondront également que l'homme n'a pu s'établir sur la terre que lorsque les causes qui, pendant les temps géologiques, en ont sucessivement modifié la surface, sont parvenues à une certaine stabilité ; par cela même l'homme doit être fort nouveau sur le globe, qui n'a acquis cette stabilité que bien long-temps après son organisation primitive.

Du reste, parmi les trois périodes dont nous allons étudier les diverses créations, une seule est susceptible d'être divisée, c'est la seconde. Nous avons dû suivre dans ces divisions celles que Moïse a adoptées dans son beau et magnifique récit, avec cette seule différence que nous avons considéré sa première époque comme constituant une période distincte des époques subséquentes. On voudra bien se rappeler ce changement en lisant un travail que nous soumettons à l'attention et aux méditations des physiciens et des géologues.

Moïse a très-bien distingué dans son récit deux sortes de créations : l'une générale et primitive, qui a eu lieu au commencement des temps; l'autre particulière à notre globe, qui se rapporte aux temps plus récents où Dieu, dans sa sagesse infinie, jugea bon d'en organiser la surface et de la peupler d'êtres vivants. Ainsi, d'après ce grand législateur, la terre avait été créée dans le commencement des temps, bien avant qu'elle eût été embellie par les végétaux et que les animaux y eussent répandu le mouvement et la vie.

A la première période, ou plutôt au commencement des temps, Dieu créa la matière, ou ce qui fut le ciel et la terre ; car c'est là toute la matière. On lit du moins dans le texte ces mots : *In principio Deus creavit cœlum et terram.* (GENÈSE, chap. I, verset 1.)

Quant à l'expression hébraïque que l'on a traduite par le mot *cœlum*, ou ciel, il est évident qu'elle comprend tout ce qui n'est pas la terre, c'est-à-dire les corps célestes disséminés dans l'espace ou dans la matière éthérée, matière ou espace que nous désignons communément sous le nom de ciel.

Le législateur des Hébreux est ici parfaitement d'accord avec ce fait généralement admis, que les végétaux et les animaux ne sont venus embellir la terre que long-temps après sa création, c'est-à-dire quand déjà les terrains primitifs, complètement solidifiés, avaient été recouverts par les dépôts de sédiment. Ainsi, un espace de temps dont nous ne pouvons apprécier ni l'étendue ni la durée s'était écoulé avant que la surface de la terre eût été modifiée de manière à recevoir des êtres vivants, et bien antérieurement à cette époque notre planète était sortie du néant d'où l'avait tirée la toute-puissance divine. Aussi est-ce probablement à cette antique création que Moïse a voulu faire allusion, en disant, dans son style aussi précis qu'énergique, qu'au commencement des temps Dieu créa le ciel et la terre.

SECONDE PÉRIODE, OU PÉRIODE CÉLESTE ET TERRESTRE.

Première époque de la seconde période.

A la seconde période la terre était informe et toute nue ; les ténèbres couvraient la surface de l'abîme, et l'esprit de Dieu était porté sur les eaux. Or, Dieu dit : que la lumière soit faite, et la lumière fut faite.

Dieu vit que la lumière était bonne, et il sépara la lumière d'avec les ténèbres. Il donna à la lumière le nom de *jour* et aux ténèbres le nom de *nuit*, et du commencement jusqu'à la fin ce fut la première époque.

Il est remarquable que le mot hébreu que les traducteurs ont rendu par *lumière*, comprend à la fois la lumière et la chaleur, comme si ces deux corps ou modes des corps étaient une seule et même chose. Dans le sens du texte hébreu, le mot *lumière* emporte donc nécessairement avec lui l'idée de chaleur, qui serait pour ainsi dire inséparable du fluide lumineux. Prise dans son sens radical, l'expression hébraïque indique également un fluide sortant par une sorte d'émanation ou de flux des corps qui ont le pouvoir de le répandre ou de le communiquer. Il semblerait donc qu'aux yeux du rédacteur de la *Genèse*, comme suivant certains physiciens, la lumière et la chaleur ne seraient qu'une seule et même chose, soit que l'on dût les considérer comme des fluides ou des corps distincts, soit au contraire qu'ils ne dussent être regardés que comme des vibrations ou des ondulations excitées dans les corps par une cause quelconque, et que sous ce dernier rapport ils pussent être comparés aux ondes sonores.

Ce fut donc à cette époque que Dieu sépara la matière terrestre d'avec le firmament ou l'atmosphère, et créa la lumière avant que les astres lumineux, tels que le soleil et les étoiles, eussent été appropriés à répandre d'une manière constante de

la lumière et de la chaleur sur la terre. Du reste, le mot hébreu RAKIAHHH, que la plupart des traducteurs ont rendu par celui de *firmament*, n'a aucun rapport ni proche ni éloigné avec ce que l'on entend ordinairement par cette expression. Il paraît en effet se rapporter plutôt à l'atmosphère qu'à quelque chose de dur et de solide, comme les cieux de cristal adoptés par Ptolémée, et indiquer une matière rare et légère. Le mot RAKIAHHH s'applique et se dit particulièrement des corps parvenus au plus haut degré d'amincissement ou de ténuité dont ils sont susceptibles, et indique plutôt une matière aériforme ou gazeuse, qu'une substance dure et solide (1).

Aussi, d'habiles interprètes, sentant que l'expression de l'original avait été mal saisie, ont préféré la rendre par le mot d'*étendue* ou par l'*expansum*, sans s'expliquer sur le sens qu'il fallait donner à ce qu'ils nommaient *expansum*. Parmi tous les corps de la nature, les plus rares et les plus légers sont sans doute la matière éthérée, les gaz ou l'air atmosphérique; mais il s'agit de déterminer quel est parmi ces corps celui dont Moïse a entendu parler.

Ce ne peut être de la matière éthérée, puisque la création dont l'écrivain sacré s'occupe à la seconde époque se rapporte, non à l'univers, mais à la terre. Aussi verrons-nous plus tard que lorsqu'à la quatrième époque Moïse veut exprimer la création de la matière qui environne les astres, ou celle de la matière éthérée, il ne dit plus simplement le firmament, mais le firmament du ciel.

En effet on lit dans la *Genèse* : « Dieu dit qu'il y ait un inter-» valle au milieu des eaux, et qu'il sépare les eaux d'avec les » eaux.

» Dieu étendit le firmament et sépara les eaux qui étaient

(1) Le mot RAKIAHHH, traduit dans la Vulgate par *firmamentum*, signifie donc une matière fine, déliée et subtile. Telle est également l'opinion d'Houbig. (Voyez les *Éléments de Géologie*, par CHAUBARD. I. 37.)

» au-dessous du firmament de celles qui étaient au-dessus du » firmament ; il en fut ainsi.

» Dieu appela le firmament *cieux*, et de la fin jusqu'au com- » mencement ce fut la seconde époque. »

Or, d'après ces paragraphes, Moïse n'a-t-il pas plutôt entendu désigner l'air atmosphérique ou l'atmosphère par l'expression hébraïque BAKIAHHH, que la matière éthérée? On doit d'autant plus le supposer que, dans l'acception ordinaire, on a de tout temps donné le nom de ciel ou de firmament à l'atmosphère qui sépare en effet les eaux d'avec les eaux. Il s'agit donc ici, non d'une mer courbée en forme de voûte autour de la terre, mais de l'eau dans son état gazeux, que l'air sépare d'avec l'eau dans sa forme liquide ou concrète, séparation qui n'a rien que de réel.

Telles sont les œuvres qui se passèrent à la première époque de la seconde période, ou de la formation de cette terre et de l'atmosphère qui l'accompagne.

Seconde époque de la seconde période.

A cette époque, Dieu réunit les eaux pour en former la mer. La matière aride paraît et reçoit le nom de terre. La vie n'y existait pas encore ; mais par l'effet de la toute-puissance du Créateur, la terre se couvrit bientôt de plantes herbacées, d'arbres et enfin de végétaux de toute espèce.

En effet, on lit dans la *Genèse* : « Dieu dit que les eaux qui » sont sous les cieux se rassemblent en un seul lieu et que l'élé- » ment aride paraisse ; il en fut ainsi.

» Dieu nomma l'élement aride terre, et le rassemblement des » eaux mers ; il vit que c'était bien.

» Dieu dit : Que la terre produise des herbes vertes avec » leur semence, des arbres fruitiers avec leurs fruits, chacun

» selon son espèce, et qui renferment leur semence en eux-
» mêmes pour se reproduire sur la terre ; il en fut ainsi.

» Et la terre produisit des plantes, l'herbe portant la semence
» de son espèce, des arbres fruitiers renfermant leur semence
» en eux-mêmes, chacun selon son espèce ; Dieu vit que c'était
» bien.

» De la fin jusqu'au commencement, ce fut la troisième
» époque. »

D'après ce récit, il est évident que la formation de l'Océan a précédé l'apparition des continents. Ce fait est également confirmé par les observations géognostiques. Il est, en effet, maintenant admis dans la science que les mers ont généralement découvert la surface de la terre et que les continents n'ont pris que peu à peu leur configuration et leur étendue actuelles. Ces continents ne formaient donc, dans le principe des choses, que des îles peu considérables et comme noyées dans l'immensité de l'Océan. Ces îles ne commencèrent du reste à paraître que lorsque, par l'effet des soulèvements, ces portions de terre eurent été ainsi élevées au-dessus du niveau des eaux qui les recouvraient.

Quant à l'époque où la terre était informe et nue, *inanis et vacua*, elle correspond à la période de solidification des terrains primitifs, antérieurs à toute organisation, ainsi qu'aux soulèvements qui se sont opérés plus tard à la surface du globe. Les continents ne paraissent donc être sortis du sein des eaux ou avoir surgi au-dessus de leur niveau, que par l'effet de ces mêmes soulèvements. Ceux-ci paraissent avoir eu lieu assez tard ; car pour s'opérer il fallait que les matériaux qui composent les continents fussent assez durcis ou assez solidifiés, par suite de l'abaissement de la température, pour faire éprouver aux fluides expansibles contenus dans l'intérieur de la terre, une assez grande résistance, cause principale de la dislocation de son écorce.

Le surgissement de certains continents, et particulièrement celui de l'Amérique, a été en effet si récent, qu'il semble avoir été contemporain ou même postérieur à la dispersion des dépôts diluviens. Aussi voit-on que l'étendue des continents est assez en rapport avec leur ancienneté relative. Il n'est pas moins certain que la solidification des matériaux terrestres, et surtout les inégalités de ces mêmes matériaux, ou la production de nos grandes chaînes de montagnes, n'a eu lieu que postérieurement à l'époque où la vie s'est manifestée à la surface de notre planète.

Avant ces soulèvements, la terre, parfaitement unie, n'offrait point les nombreuses inégalités qui, depuis lors, ont surgi au-dessus du niveau des mers. Celles-ci recouvraient l'entière superficie du globe, et par cela même elles ont préexisté à nos continents dans leur forme actuelle. Ces continents n'ont paru en effet au-dessus des eaux que par suite de ces soulèvements, soulèvements qui ont porté à des niveaux bien supérieurs à ceux que les mers ont jamais atteint les produits déposés dans leur profondeur.

Enfin, d'après Moïse, comme d'après les faits géologiques, la vie aurait commencé sur la terre par les végétaux, et premièrement par les végétaux herbacés. Du moins ce grand écrivain met constamment le mot *herbam* avant *lignum,* quoique les arbres frappent bien plus que les herbes proprement dites; il a donc admis ce fait, qui n'a été démontré qu'après dix-huit siècles d'observation, que les êtres vivants s'étaient succédé les uns aux autres, en raison inverse de la complication de leur organisation. En effet, non seulement d'après la *Genèse* la création des corps organisés a commencé par les plantes herbacées, auxquelles auraient succédé les arbres; mais ce ne serait qu'à la cinquième époque qu'auraient paru les poissons et les oiseaux, et seulement à la cinquième que les mammifères terrestres et l'homme enfin auraient été créés.

Cette succession dans les végétaux, qui a eu lieu en raison inverse de la complication de leur organisation, est un fait des plus remarquables; il est étonnant de le trouver pourtant consigné dans un livre aussi ancien que la *Genèse;* car on ne s'en est guère douté que depuis un demi-siècle au plus. D'après ce même récit, nous voyons encore que les végétaux ont précédé les animaux, fait constaté depuis par l'observation des couches fossilifères.

Ces couches nous apprennent également que la loi de succession des animaux est identique à celle des végétaux. Elles nous redisent enfin que les débris de l'espèce humaine ne se trouvent que dans les dépôts les plus superficiels et les plus récents, c'est-à-dire dans ceux qui annoncent que la surface de la terre avait été ravagée par une grande et violente inondation. Ainsi, d'après les faits physiques, comme d'après la *Genèse*, l'homme aurait paru le dernier et aurait pour ainsi dire couronné l'œuvre de la création.

Troisième époque de la seconde période.

A la quatrième époque Dieu dit : « Que des corps soient dis-
» posés dans le firmament du ciel pour séparer le jour d'avec la
» nuit et servir de signes pour marquer les temps, les jours et
» les années;

» Qu'ils luisent dans le firmament du ciel et qu'ils éclairent
» la terre; il en fut ainsi.

» Dieu disposa deux grands corps lumineux, l'un plus grand
» pour présider au jour, l'autre moindre pour présider à la nuit;
» il fit aussi les étoiles.

» Il les disposa dans le firmament du ciel pour luire sur la
» terre, pour présider au jour et à la nuit et pour séparer la
» lumière d'avec les ténèbres.

» Dieu vit que c'était bien; et de la fin jusqu'au commence-
» ment ce fut la quatrième époque. »

Ce texte exige quelques explications; mais celles que nous allons donner sont si simples et si naturelles, qu'il semble difficile de ne point les adopter. Nous avons déjà fait observer que le mot hébreu BAKIAHHH, employé seul et que l'on a traduit communément par firmament, correspond à ce que nous appelons atmosphère; mais lorsque Moïse ajoute le firmament du ciel, il veut indiquer non l'atmosphère, mais une matière beaucoup plus rare et plus subtile. Or, cette substance plus légère et plus raréfiée ne peut être que la matière éthérée qui remplit indéfiniment l'espace, et dans laquelle roule l'astre lumineux qui préside au système planétaire dont nous faisons partie, comme ces soleils ou ces étoiles qui, appartenant à d'autres systèmes, éclairent et vivifient d'autres astres.

Le législateur des Hébreux n'a donc pas entendu que les astres lumineux qui éclairent la terre eussent été créés à la troisième époque de la seconde période, c'est-à-dire bien postérieurement à notre globe. Ce grand homme a seulement voulu nous apprendre qu'à cette époque la terre avait été placée, par rapport à eux, de façon à recevoir, d'une manière constante et uniforme, la lumière que ces astres lui distribuent. Aussi est-ce dans ce sens que l'ont entendu les traducteurs grecs de la Bible, en disant qu'à cette époque le soleil et les astres furent placés dans le firmament du ciel.

Du reste, l'Écriture est si loin de regarder la création de la terre comme antérieure à celle des étoiles, qu'il est dit dans le livre de Job (XXVIII, verset 7) que les étoiles louaient Dieu lorsque la terre fut créée. Il y a d'autant moins de doute à cet égard que Moïse, qui, selon toute apparence, est l'auteur du livre de Job, met ces paroles dans la bouche de Dieu lui-même.

D'un autre côté, l'on ne doit pas perdre de vue que le mot hébreu que l'on a ordinairement traduit par *faire* signifie plutôt *adopter, approprier,* et qu'il ne s'agit pas ici de créer des corps lumineux dans toute la force de cette expression. Ce mot

indique seulement que dans la pensée de Moïse Dieu avait pour lors disposé dans un ordre nouveau les étoiles, le soleil et la lune, formés depuis la création primitive, qui eut lieu au commencement des temps, et les assujettit à éclairer constamment la terre.

Si l'on adopte cette interprétation comme la plus simple et la plus conforme au texte de l'Écriture, et si l'on considère le système de l'univers, dont le soleil et les étoiles font partie, comme créé dans le commencement des temps et avant la terre, on n'a point à se demander comment il se pourrait que la lumière existât avant les astres qui la répandent sur le globe terrestre. Mais en supposant que cette interprétation ne pût être adoptée, il s'agirait de savoir s'il n'y a pas pour le globe une chaleur et une lumière indépendante de celle que le soleil et les astres qui composent l'univers lui envoient d'une manière constante.

L'on sait qu'il est une certaine épaisseur de couches terrestres au-delà de laquelle ne pénètre plus la chaleur produite par les rayons solaires, et cependant la chaleur, au lieu de diminuer passé ce terme, augmente d'une manière sensible Cet accroissement, confirmé par toutes sortes d'expériences faites dans les profondeurs de la terre, annonce qu'en terme moyen il n'est pas moindre d'un degré du thermomètre par 25 ou au plus par 30 mètres de profondeur.

Notre planète possède donc, dans son intérieur, une température à elle propre, tout-à-fait indépendante de la chaleur solaire; température qui, d'après la loi de son accroissement, doit être énorme dans son centre. Mais la surface de notre globe a joui elle-même de cette température élevée; il paraît même assez probable de supposer que, dans le principe des choses, tous les matériaux qui composent aujourd'hui la masse solide du globe, ne formaient qu'un vaste bain liquide, où bouillonnaient de toutes parts les matériaux les plus denses et

les plus fixes. Comment une pareille conflagration aurait-elle pu avoir lieu, sans produire une lumière aussi vive qu'étincelante de clarté, à la surface de ces corps embrâsés par les effets d'une chaleur aussi considérable. Cette lumière devait en effet être des plus resplendissantes, à peu près comme celle, par exemple, que nous produisons en enflammant des fragments de chaux dans certains mélanges gazeux, et dont l'œil ne peut supporter l'éclat ni la vivacité.

Mais cette lumière primitive, aussi indépendante de celle du soleil que la chaleur propre du globe, s'est-elle donc entièrement dissipée à travers les immenses espaces planétaires, vaste laboratoire dans lequel la nature prépare et achève ses œuvres sublimes ? Elle est si peu anéantie que la lumière est partout à la surface du globe, encore qu'elle n'y brille pas toujours. En effet, un léger choc ne la fait-il pas jaillir, étinceler même de cailloux retirés des lieux les plus ténébreux où la lumière solaire n'a jamais pénétré. Les phénomènes phosphoriques ne nous la montrent-ils pas dans tous les corps de la nature, dans les êtres vivants, comme dans les minéraux arrachés aux profondeurs du globe et qui n'ont jamais reçu le moindre rayon de cette lumière bienfaisante, source de la vie et de l'activité.

Le frottement ne la tire-t-il pas également en gerbes brillantes des corps électriques, quelle qu'ait été la place que ces corps aient occupée dans l'écorce du globe. Ne sort-elle pas de même, avec abondance, des végétaux et des animaux qui se décomposent, et ne s'échappe-t-elle pas enfin en grande quantité de ceux qui jouissent de la vie ? Pourrions-nous oublier que cette lumière est parfois si vive, que les mers les plus vastes paraissent comme en feu, aux yeux des navigateurs étonnés et surpris d'un phénomène aussi extraordinaire et aussi mystérieux.

Or, cette lumière ne tire pas son origine du soleil. Elle fait

partie de cette lumière primitive et élémentaire qui, comme la chaleur dont le globe est animé, remonte à l'origine des choses et des temps. Elle a donc précédé celle de l'astre brillant devenu aujourd'hui la principale source d'où la surface de la terre tire la lumière et la chaleur nécessaires à l'existence des êtres qui l'habitent.

Cette lumière est celle qui joue un si grand rôle dans ces combinaisons si nombreuses et si variées des différents corps de la nature. Par suite du mode de ces combinaisons, elle s'en dégage ou y demeure cachée suivant les circonstances et la manière dont s'opèrent les réactions chimiques.

D'ailleurs, si la lumière n'est point, comme Newton l'avait supposé, un fluide particulier et distinct, mais plutôt est, comme le son, le résultat de vibrations et d'ondulations de la matière éthérée ou de l'air atmosphérique, on comprend combien la chaleur considérable qu'avait, dans le principe des choses, la surface du globe devait exciter de pareilles et de semblables ondulations. Ne concevons-nous pas en effet dans la théorie des ondulations le soleil comme communiquant ou excitant des vibrations ou des ondulations dans la matière éthérée ou dans l'atmosphère et produisant ainsi sur nous l'impression de la lumière. Ne peut-on pas attribuer à la même cause celle qui émane des corps échauffés et qui est souvent si vive, que l'œil peut à peine en supporter l'éclat, d'autant plus que l'action de ces corps a lieu sur une matière beaucoup plus dense et bien moins subtile que la matière éthérée.

Il est donc rationnel et tout-à-fait conforme aux faits de considérer la température élevée dont a joui la surface du globe, aux premières époques de sa formation, comme liée à l'existence d'une vive lumière, tout aussi indépendante que cette même température de celle dont la terre ne ressent plus maintenant l'influence que par l'effet des rayons solaires.

Si l'on adopte avec nous cette interprétation, il s'ensuit

nécessairement que les premières époques de la création ne sauraient être considérées comme des jours semblables aux nôtres, c'est-à-dire, à nos jours de vingt-quatre heures.

En effet, d'après elle, le soleil n'aurait été approprié qu'à la quatrième époque à éclairer ou à répandre de la lumière sur la terre, et son cours diurne règle seul maintenant la durée de nos jours. Aussi, d'après la remarque faite par feu M. Encontre (1), lorsqu'il s'agit des cieux, Moïse fait usage du verbe BARA, qui signifie proprement créer, tandis qu'en parlant du soleil, il se sert du verbe HHHASSAH, qui, quoiqu'on le traduise quelquefois par *faire*, signifie plus souvent *approprier, adapter, disposer* et même *dompter, subjuguer* et *soumettre.*

Moïse n'a donc point dit et encore moins voulu dire, comme on le suppose ordinairement, qu'à cette époque, Dieu créa le soleil, mais seulement que, pour lors, Dieu assujettit cet astre à éclairer constamment la terre; par cela même, ce serait seulement depuis cette époque que cet astre aurait réglé d'une manière invariable l'ordre des saisons, des jours et des années.

Ce mode d'interprétation a du reste le grand avantage de donner un sens raisonnable à la *Genèse*, car l'on ne saurait supposer que Moïse ait pu croire que la terre avait été créée avant le soleil et les étoiles, puisqu'il dit lui-même qu'elles louaient Dieu avant la création de notre globe. A son aide, on comprend également pourquoi notre planète, qui avait perdu une grande partie de cette lumière primitive, produite dans le commencement des temps, en avait besoin d'une nouvelle source; cette source, aussi nécessaire aux végétaux qui l'embellissaient déjà qu'aux animaux qu'elle allait recevoir, devait être constante comme les besoins qui l'exigeaient.

Ce serait donc uniquement, d'après Moïse, à la quatrième

---

(1) Dissertation sur le vrai système du Monde. Bulletin de la Société libre des Sciences de Montpellier, tome III, page 97.

époque que Dieu aurait approprié le soleil, la lune et les étoiles à répandre constamment de la lumière sur la terre, à présider au jour et à la nuit, afin de séparer les ténèbres d'avec la lumière.

Quatrième époque de la seconde période.

Ce fut à cette époque que Dieu créa les poissons et les reptiles aquatiques, ainsi que tous les animaux qui vivent dans le sein des eaux. Il anima également l'atmosphère en y répandant un grand nombre d'oiseaux. Il ordonna aux animaux aquatiques de remplir les eaux de leurs tribus et aux volatiles de s'étendre sur la terre et de voler dans les airs.

« D'après le texte hébreu, Dieu dit : que les eaux produisent » des animaux vivants qui nagent dans l'eau et des volatiles » qui volent sur la terre, sous le firmament du ciel.

» Dieu créa les grands poissons et tous les êtres rampants » qui ont la vie et le mouvement, que les eaux produisent » selon leur espèce ; il créa aussi tous les volatiles selon leur » espèce ; Dieu vit que cela était bien.

» Dieu les bénit et dit : croissez et multipliez-vous et rem- » plissez les eaux des mers et que les volatiles se multiplient » sur la terre ; de la fin jusqu'au commencement, ce fut la » cinquième époque. »

Ce texte n'a presque pas besoin d'interprétation ni de remarque : la seule que l'on puisse faire tient, d'une part, au grand nombre de débris de poissons que l'on observe au milieu des couches terrestres des formations les plus diverses, et d'un autre côté, au petit nombre de ces débris qui se rapportent aux animaux volants et particulièrement aux oiseaux. On conçoit facilement pourquoi les Ichtyolithes sont si abondants dans les différentes couches de l'écorce du globe, mais l'on ne comprend pas aussi aisément pourquoi les animaux ailés et particulièrement les Ornitholithes y sont au contraire si rares.

Cette circonstance tiendrait-elle à la conformation du squelette des oiseaux et à la composition de leurs os, ou dépendrait-elle de ce que ces animaux ont pu facilement échapper aux causes de destruction qui ont fait périr les poissons. Quoi qu'il en soit, il est certain que les restes des oiseaux et des autres animaux aîlés, tels par exemple que les ptérodactyles, qui ont vécu dans les temps géologiques, sont aussi rares que les débris des poissons de ces anciens temps sont abondants.

On pourrait peut-être observer que si les oiseaux semblent avoir été si rares aux époques géologiques, cette circonstance tient peut-être à la composition de l'atmosphère pendant ces époques. Chargée, à ce qu'il paraît, d'une grande quantité d'acide carbonique, cette atmosphère pouvait bien favoriser le développement de l'ancienne végétation, et même jusqu'à un certain point celui des animaux aquatiques, tels que les reptiles et les poissons; mais elle ne pouvait que nuire à des animaux qui respirent autant que les oiseaux. Aussi ces légers habitants des airs sont-ils plus nombreux dans notre monde actuel que dans l'ancien monde, l'excès d'acide carbonique s'étant dissipé à travers les espaces interplanétaires ou ayant été absorbé par la brillante végétation des temps d'autrefois ou de ces temps qui appartiennent aux diverses périodes géologiques.

Cinquième époque de la seconde période.

Cette époque est celle où, d'après la *Genèse*, Dieu créa les reptiles terrestres, ainsi que les mammifères : soit les races domestiques, soit les races sauvages.

Dieu couronna ensuite l'œuvre de la création en faisant l'homme à son image. Il lui prescrivit également de croître, de multiplier et de s'étendre sur la terre; pour lui en faciliter les moyens, il assujettit à son empire les poissons de mer, les oiseaux du ciel et enfin tous les animaux qui se meuvent sur la terre.

« Dieu dit : je vous donne toutes les herbes qui portent leur » graine sur la terre et tous les arbres qui renferment en » eux-mêmes leur semence, chacun selon son espèce, afin » qu'ils vous servent de nourriture ;

» Et à tous les animaux de la terre et à tous les oiseaux du » ciel et à tout ce qui vit et qui se meut sur la terre, toute » herbe verte servira de nourriture. Il en fut ainsi.

» Dieu vit toutes ses œuvres, elles étaient parfaites ; de la » fin jusqu'au commencement, ce fut la sixième époque. »

Les faits géologiques sont venus encore confirmer cette partie du récit de Moïse, en nous apprenant la nouveauté de l'homme, relativement aux autres animaux terrestres. Les mêmes faits nous ont également démontré que les mammifères terrestres ont apparu les derniers parmi les animaux et ont ainsi de beaucoup précédé l'existence de l'homme.

En effet, on ne commence à découvrir les débris des animaux les plus compliqués ou les plus avancés en organisation après l'homme, que dans des formations assez récentes, c'est-à-dire, dans les couches les plus inférieures des terrains tertiaires. Quant aux traces de l'espèce humaine, elles se rencontrent beaucoup plus tard ; jamais dans des couches régulières et stratifiées, mais uniquement dans les dépôts les plus superficiels et les plus modernes de la période quaternaire.

Les débris de l'homme apparaissent donc pour la première fois au milieu des dépôts des anciennes alluvions ou dans les terrains diluviens, confondus et mélangés à des restes de différents animaux, dont les uns sont semblables aux espèces actuellement vivantes et dont les autres ne rappellent que des races perdues. Ces ossements humains ont encore cela de particulier, d'être ensevelis dans les mêmes limons où l'on voit également des restes nombreux de notre industrie et quelques objets des arts encore au berceau.

Ces faits annoncent donc, comme ceux qui dérivent du texte

de la *Genèse*, que l'homme, quoique fort nouveau sur la terre, y existait cependant antérieurement au dernier des cataclysmes qui en ont ravagé la surface et dispersé les anciens terrains d'alluvion, auxquels l'on a donné le nom de dépôts diluviens, comme pour en rappeler l'origine.

Ainsi s'accordent à la fois le récit de l'écrivain sacré et les faits physiques dont il décrit la marche successive. Les observations récentes ont en effet démontré la réalité de ce récit et sont venues mettre un sceau ineffaçable à l'exactitude des observations qui y sont consignées.

Sixième époque de la seconde période ou septième époque depuis le commencement des temps.

Cette époque a terminé les temps géologiques, c'est-à-dire, ces temps contemporains ou antérieurs aux derniers cataclysmes qui ont ravagé la surface de la terre. Ainsi, on lit dans la *Genèse :* « que le ciel et la terre étant ainsi achevés » avec toutes leurs harmonies, Dieu termina à la septième » époque l'œuvre qu'il avait faite, et se reposa pendant cette septième époque (1).

En examinant les êtres organisés dans leur ensemble, ainsi que les dépôts de sédiment qui leur ont été contemporains, il est facile de reconnaître que tous ces dépôts et la création des êtres vivants dont ils renferment les débris, étaient complètement terminés lorsque l'homme a paru sur la terre. Depuis lors, en effet, le globe a tendu vers l'état de stabilité auquel il est maintenant arrivé. Cependant un évènement remarquable est

(1) En divisant comme nous l'avons fait la création en deux périodes, évidemment pour nous cette époque est la sixième de la seconde période, ou la septième si l'on n'admet pas notre mode de division.

venu troubler quelques instants cette stabilité, cette harmonie qui existe entre toutes les choses créées.

Cet évènement, annoncé par les traditions et les annales de tous les peuples, qui en ont universellement gardé le souvenir, est également confirmé par les faits géologiques les plus évidents et les plus incontestables. On en trouve également des traces dans le même écrivain dont nous avons analysé le récit, et voici de quelle manière il le décrit dans le chapitre VII de la *Genèse*.

« Les sources du grand abîme des eaux furent rompues et » les cataractes du ciel furent ouvertes.

» Et la pluie tomba sur la terre pendant quarante jours et » quarante nuits.

» Le déluge se répandit sur la terre pendant quarante jours, » et les eaux s'étant accrues inondèrent et couvrirent la surface » de la terre ; mais l'arche était portée sur les eaux.

» Les eaux crurent et grossirent prodigieusement au-dessus » de la terre, et toutes les plus hautes montagnes qui sont » sous le ciel, furent couvertes.

» L'eau, ayant gagné le sommet des montagnes, s'éleva » encore de quinze coudées plus haut.

» Tous les animaux et tous les hommes périrent, et il ne » demeura que Noé seul et ceux qui étaient avec lui dans » l'arche. »

Il résulte de ce récit qu'à une époque fixée par Moïse, la terre fut ravagée par un violent cataclysme, qui, d'après lui, aurait été général, au point de couvrir d'eau les montagnes les plus élevées et d'anéantir tous les êtres vivants. Ce même cataclysme aurait été suivi du renouvellement complet du genre humain, auquel Dieu aurait fait la promesse que, « tant que la » terre durerait, la semence et la moisson ; le froid et le chaud ; » l'été et l'hiver ; la nuit et le jour ne cesseraient point de » s'entresuivre. »

Sans doute, il se peut, et il paraît même que la terre a été ravagée par plusieurs cataclysmes; mais du moins est-il certain que celui dont Moïse nous a transmis le souvenir a été plus considérable que les autres.

L'on se demandera peut-être si les faits physiques annoncent que ce grand cataclysme ait été assez général pour avoir couvert la surface de la terre et le sommet des plus hautes montagnes.

Si nous devons prendre le récit de l'écrivain sacré à la lettre, il paraîtra ici en opposition avec les faits les plus constants et les mieux démontrés; les dépôts diluviens, loin d'être disséminés sur les plus hautes montagnes, ne dépassent jamais 3,000 ou 4,000 mètres au plus. A la vérité, ces dépôts, résultant de l'action des eaux courantes, peuvent bien ne pas se montrer vers leurs points de départ et recouvrir à peu près uniquement les points les plus abaissés de la surface accidentée du globe, à peu près comme, dans les temps présents, nous n'observons souvent aucune trace des plus violentes inondations, sur les montagnes mêmes d'où elles sont parties.

Sans doute, ces effets ont dû aussi bien se produire dans les temps géologiques que dans les temps présents, mais ce qui semble prouver que le déluge dont parle Moïse n'a pas eu la généralité qu'il lui a supposée, c'est que certaines contrées n'en offrent presque point de traces.

Néanmoins l'existence d'une grande et violente inondation qui a ravagé la superficie du globe postérieurement au dépôt des couches de sédiment de la date la plus récente, est non seulement prouvée par le dire unanime de tous les peuples, mais surtout par les faits physiques. Il y a plus, la très-grande généralité de ces dépôts, dont l'épaisseur et l'étendue sont souvent des plus considérables, est un fait que les eaux actuelles ne sauraient produire et dont il faut chercher l'explication dans des courants plus abondants et plus impétueux que ceux qui

résultent de nos cours d'eau ordinaires. Dès-lors, ces troubles passagers, ces dernières modifications qu'a éprouvées notre planète ont dû être occasionées par des causes plus actives et plus intenses que celles qui agissent de nos jours.

Depuis lors, les causes qui ont agi pendant la période géologique, quoique les mêmes que celles qui agissent encore aujourd'hui, sont rentrées dans des limites d'harmonie et de stabilité qu'elles n'ont plus dépassées. Depuis lors enfin, la semence a succédé à la moisson, le froid au chaud comme l'été à l'hiver, et le jour à la nuit, et cela dans un ordre et un accord si admirables que si nous ne savions pas que la terre est sortie du néant, on pourrait la croire éternelle comme l'univers dont elle fait partie.

Si donc Moïse a supposé que le déluge avait dépassé le sommet des plus hautes montagnes, c'est probablement ou par suite de cette exagération si commune dans le langage oriental ou faute de les avoir connues et peut-être aussi, par suite de la crainte qu'il cherchait à inspirer au peuple dont il était le législateur et auquel il voulait imprimer une salutaire terreur à l'égard des châtiments que la puissance divine inflige au crime. Si telle a été sa pensée, ce grand homme aurait agi sagement, loin de mériter le blâme que nous déversons souvent avec beaucoup trop de facilité sur les actes même des hommes les plus supérieurs, faute de comprendre et de bien saisir les motifs qui les ont dirigés.

Quant aux causes de ces cataclysmes, dont tous les faits physiques nous démontrent la réalité, sont-elles tellement différentes de celles dont nous pouvons calculer et apprécier l'action qu'on doive les considérer comme dépendantes de la volonté de cet être infini, dont une seule parole a produit et formé l'univers. Sans doute, il ne nous est point donné de soulever le voile qui couvre ce grand phénomène; mais du moins il nous est permis d'apprécier les causes probables et naturelles qui ont pu l'opérer.

Parmi ces causes, il en est une qui paraît y avoir exercé la plus grande influence, d'autant que le changement de niveau qu'elle a opéré sur la masse et la configuration de nos continents a dû en produire une très-considérable sur celui des eaux qui couvraient la surface du globe. Comment supposer que les soulèvements de la chaîne centrale de l'Asie, où se trouvent les montagnes les plus hautes du monde, et ceux qui ont produit les Alpes et les Pyrénées, aient été sans effet sur les eaux courantes qui baignaient les contrées où de pareilles masses ont surgi. Comment admettre que l'exhaussement de la longue chaîne des Andes, qui traverse, du Sud au Nord, à peu près la totalité du nouveau continent, ait été sans action sur le niveau du vaste océan au-dessus duquel elle a été élevée.

Cet exhaussement, loin d'avoir été sans effet sur ce niveau, paraît l'avoir dérangé au point d'occasioner en quelque sorte le dernier et violent cataclysme qui a ravagé la plus grande partie de la terre. Du moins paraît-il que le surgissement de la chaîne des Andes a été antérieur ou contemporain à ce dernier cataclysme : les dépôts diluviens qui reposent à la base de cette chaîne n'ont point en effet subi de déplacement.

On peut donc rapporter aux soulèvements qui ont fait surgir nos grandes chaînes de montagnes les divers cataclysmes qui ont troublé passagèrement la surface du globe : la position inclinée des diverses couches de sédiment qui recouvrent leur pied et dont nous pouvons assigner l'origine est une preuve évidente qu'ils ne remontent pas à une date très-éloignée de nous.

De pareils effets peuvent d'autant plus être attribués à des soulèvements aussi étendus et aussi considérables que ceux qui ont produit les hautes chaînes de l'Asie, de l'Europe et de l'Amérique, que les plus violentes inondations actuelles dépendent d'un changement de niveau bien léger en comparaison de ceux qui ont eu lieu pendant les époques géologiques.

TROISIÈME PÉRIODE OU PÉRIODE ACTUELLE.

1.° *Époque historique.*

A ces époques, caractérisées par des évènements dont le récit de Moïse nous a donné la première idée, a succédé l'époque historique. C'est depuis cette époque postérieure au déluge que les hommes, partis de l'Orient, se sont répandus dans les diverses contrées de la terre, où chacune de leurs tribus a eu sa langue, ses usages et ses lois. Depuis lors, les causes auxquelles sont dues les diverses modifications que le globe a subies à différentes époques sont rentrées dans des bornes plus étroites et plus restreintes. Devenues constantes dans leur action, elles n'ont plus opéré ces perturbations violentes qui ont eu lieu à tant de reprises différentes sur la terre et qui, pendant les temps géologiques, ont anéanti tant de races et d'êtres vivants.

Les mêmes effets qui se sont manifestés dans les temps géologiques se produisent donc encore de nos jours, mais avec une moindre intensité. Rien n'est changé à l'égard de ces causes, si ce n'est que leur action a perdu de plus en plus de son étendue et de son énergie, par suite de la stabilité vers laquelle le globe a tendu dès le principe de sa formation. Aussi tout ce qui s'y est passé semble avoir été une suite et une condition inévitable de la constitution de notre planète, qui devait peu à peu arriver à cette stabilité, à cette harmonie nécessaire à la durée et au bien-être des êtres qui devaient l'embellir et l'animer.

Depuis lors encore, l'homme sorti des plateaux de l'Asie a irradié de ce point le plus favorable à sa dispersion, et successivement couvert la presque totalité de la surface habitable de la terre. L'homme s'y est en effet d'autant plus étendu, qu'il a eu à surmonter moins d'obstacles pour pénétrer dans les contrées qu'il ne connaissait point encore. Mais plus tard, et par

suite des progrès toujours croissants de cette civilisation vers laquelle l'espèce humaine a été entraînée, comme par une puissance irrésistible, ses tribus se sont propagées à peu près partout; dominateur du monde, il n'y a plus eu pour l'homme d'asile inexploré ni de terres inconnues.

Heureuse et douce influence de la civilisation, qui a mis de l'harmonie dans le monde moral, de même que se sont établis peu à peu cet ordre admirable et cet accord merveilleux que nous voyons régner dans le monde physique et dans l'ensemble des choses créées !

RÉSUMÉ.

Tels sont les faits principaux qui découlent du récit de Moïse. Ce récit a donc des droits, non-seulement à notre respect, comme la plus ancienne tradition de temps qui n'ont eu aucun homme pour témoin; mais surtout à raison de son accord avec les faits physiques les plus constants, qui ne nous sont pourtant connus que depuis une époque bien récente.

Ne serait-ce pas déjà une chose étonnante que de trouver dans un livre dont la date remonte au moins à 3,300 ans la distinction des deux créations : l'une générale et primitive, qui eut lieu au commencement des temps, et l'autre toute particulière à notre globe, qui s'est opérée beaucoup plus tard. Ne lisons-nous pas dans le même livre que la terre était couverte d'eau avant que les continents eussent surgi au-dessus de leur niveau et pris leur configuration actuelle. Enfin, n'y voyons-nous pas ce fait non moins remarquable de la succession dans la création des êtres vivants, succession qui, d'après l'écrivain sacré comme d'après les générations éteintes, dont les couches de la terre nous ont révélé l'ancienne existence, aurait marché du simple au composé.

Ainsi, d'après la *Genèse*, comme d'après l'observation directe

des faits, l'homme, le plus parfait des êtres vivants, soit au moral, soit au physique, aurait paru le dernier et aurait couronné l'œuvre de la création. D'après elle encore, troublée jusques dans son essence, l'espèce humaine, partie des plateaux de l'Asie, première et antique patrie, se serait renouvelée après un événement terrible, un violent cataclysme aussi bien gravé en traits ineffaçables dans ce livre prodigieux que dans le grand livre de la nature. N'y voyons-nous pas enfin des preuves irrécusables de la nouveauté de nos continents dans leur forme actuelle, comme de l'unité de l'espèce humaine, fait principal et immense que toutes les observations tendent à confirmer et viennent chaque jour appuyer de leur grave et imposante autorité.

Après de pareils faits fouillerons-nous encore ces antiques annales et y chercherons-nous des traces de ces faits, pour nous si nouveaux et dont les observations récentes viennent tout nouvellement nous démontrer la réalité, la température propre du globe et la lumière dont il est pénétré, reste de celle dont la terre a joui dans le principe de sa formation. Ainsi interrogées, ces annales nous répondront que la création de la lumière et de la chaleur a précédé l'époque à laquelle Dieu assujettit les astres qui composent le système de l'univers à en répandre d'une manière constante sur la terre, et que dès-lors il doit exister nécessairement une température et une lumière primitives indépendantes de l'action solaire. Or, que nous répondront à leur tour les faits ? Ne viendront-ils pas confirmer ces deux propositions, naguère l'objet des railleries et des sarcasmes de nos demi-savants envers l'écrivain sacré ?

Ainsi s'accorde et se concilie avec les faits physiques un récit contre lequel on s'est tant élevé par suite des plus fausses et des plus funestes préventions, et parce que d'ailleurs on était encore loin d'en pouvoir pénétrer les mystérieuses paroles. Nos observations auront probablement suffi à ceux dont l'esprit est dégagé de toute prévention. Quant aux autres, nous n'avons

jamais eu l'espoir de les convaincre. Nous savons trop qu'il est des maux de l'esprit comme de ceux du cœur, qu'il n'est pas donné à l'homme de guérir ni même de soulager.

Malgré les vérités que nous avons reconnues dans le récit du législateur des Hébreux, nous sommes loin de penser que la *Genèse* contienne des révélations et encore moins des révélations de faits géologiques faites soit à Adam, soit à Moïse. Elle n'annonce pas non plus que ce grand écrivain ait été versé dans l'étude des sciences géologiques et dans l'astronomie ; car ces sciences n'existaient pas encore. Nos observations tendent seulement à prouver que Moïse a eu des idées beaucoup plus justes, sur la formation de notre terre, que les auteurs les plus célèbres qui ont écrit sur la cosmogonie avant que la Géologie nous eût fait connaître la véritable structure du globe. Singulier et beau privilège du génie, dont les heureuses inspirations, long-temps cachées par le voile épais de l'ignorance et du préjugé, brillent enfin de l'éclat qui les venge de l'injuste ridicule qu'on a si souvent déversé sur elles !

CRYPTOGAMIE.

NOTICE SUR QUELQUES PLANTES CRYPTOGAMES

NOUVELLEMENT DÉCOUVERTES EN FRANCE,

Par J.-B.-H.-J. DESMAZIERES, Membre résidant.

JANVIER 1837.

BOTRYTIS EFFUSA, (pl. 6, fig. 1) — Grev. Fl. Ed., p. 468. — Berk. Brit. fungi, p. 343. — Mucor spinacea, Sow. in Herb.

Thallo effuso, griseo-purpureo pallido. Floccis hyalinis, densissimè intricatis, ramoso dichotomis apice furcatis acutissimis. Sporulis magnis, oviformibus, griseo-fulvis. Habitat hypogenum in foliis vivis variarum plantarum, in Galliâ. Nob. (v. v.)

Quoique cette espèce n'ait pas encore figuré dans les Flores de France, on la trouve assez communément, en automne et au printemps, dans les départemens du Nord, et même dans celui du Puy-de-Dôme, d'où elle nous a été adressée pour en savoir le nom. Au premier coup-d'œil, on la prendrait pour un *Erineum* formant des taches d'un gris pâle légèrement pourpré et de cinq à huit lignes d'étendue; mais au microscope on découvre que son organisation la rattache aux Botrytis, genre dans lequel l'ont placée judicieusement les auteurs anglais. Ses sporules, qui n'ont pas moins de un cinquantième de millimètre de grosseur, sont moins transparentes que les filaments. Nous l'avons observée à la face inférieure des feuilles vivantes des

Chenopodium, des *Atriplex*, des *Urtica* et des *Rhynanthus*. Gréville l'indique sur la feuille des épinards. Il est possible que le *Botrytis farinosa* de Fries (Syst. myc. 3, p. 404), soit la même plante, cependant ce Mycologue dit que ses rameaux sont simples, alongés et terminés en corymbe.

Explication de la figure.

a, *Botrytis effusa*, vu à l'œil nu;
b, un petit groupe à un grossissement de 300 diamètres.

Botrytis olivaceo-lutea, Nob. (Pl. 6, fig. 2.)

Thallo elevato expanso; floccis densis, ramosis, subdichotomis; sporulis ovoideis, copiosis. Hab. in ramis dejectis, in Galliâ. (v. v.)

Cette espèce a quelques rapports avec le *Botrytis polyspora* (Link, Obs. et Spec. — Ditm. in Sturm, tab. 35), dont elle diffère principalement par ses sporules ovoïdes. Nous l'avons observée dans le département du Nord.

Explication de la figure.

a, *Botrytis olivaceo-lutea*, vu à l'œil nu;
b, un petit groupe, à un grossissement de 300 diamètres.

Sporocybe Desmazieri (pl. 7, fig. 1) Fries, Syst. myc., vol. 3, p. 343.

Periconia Typhoides, Nob. in Herb.

Stipite rigido, nigro, laxe aggregato, simplici aut subramoso; sporulis concoloribus, ovoideo-appendiculatis, copiosissimis, minutissimis, semi pellucidis, in capitulum cylindricum congestis. Habitat in chartâ communi rufâ semi destructâ, in Galliâ Boreali. (v. v.), N.

Nous avions communiqué cette Byssoïde à Fries, avec la description ci-dessus; mais les *Periconia* ayant été judicieusement divisés par ce savant, il la plaça dans son genre *Sporocybe*, en y attachant notre nom et avec la phrase diagnostique ci-après :

« *Nigrescens, stipite æquali, sporidiis ovato-appendiculatis exiguis, diffluentibus, in capitulum ovale congestis.* »

Cette plante, d'une structure remarquable et d'un port très-élégant, atteint à peine trois millimètres de hauteur. Elle fut observée par nous, se développant dans une cave, sur du papier roux, commun et en destruction. Ses pédicelles, lâchement ramassés, sont noirs, droits, roides, simples ou divisés dans leur partie supérieure en deux, trois ou quatre petites branches terminées chacune par une tête cylindrique, ou ovale oblongue, paraissant granuleuse par l'accumulation des innombrables sporules dont elle est composée. Celles-ci, mesurées au micromètre, ont environ $\frac{1}{50}$ de millimètre ; elles sont semi-hyalines, ovoïdes et pourvues, à l'une des extrémités, d'un petit appendice ou prolongement qui les rend comme mamelonnées; elles se séparent facilement et tombent, à leur maturité, de la partie supérieure des pédicelles que l'on voit blanchâtre et presque transparente. Au microscope, on découvre que ces pédicelles sont composés, dans toute leur longueur, de la réunion de fibres nombreuses, alongées et placées parallèlement les unes à côté des autres. On sait que cette organisation, très-distinctement filamenteuse, est un des caractères du genre *Sporocybe*.

Explication de la figure.

a, *Sporocybe Desmazieri* vu à l'œil nu.
b, cette Byssoïde vue à la loupe.
c, vue à un faible grossissement du microscope.
d, sporules représentées à un grossissement de 300 diamètres.
e, portion de pédicelle, vue au même grossissement.

PEZIZA CLAVARIARUM, Nob. (Pl. 7, fig. 2.)

Sessilis, nigra, minutissima, sparsa, globosa, extus setis longis, nigris, strictis echinata. Habitat super Clavariam fuligineam vivam, in Galliâ boreali. (v. v.)

Peziza nigra, Sow. Engl. fungi, tab. 307.

Cette espèce est si petite qu'elle ne peut être bien observée qu'à la loupe. Elle se développe, en automne, à la partie inférieure de plusieurs Clavaires et présente des réceptacles noirs, sessiles, épars, d'abord exactement globuleux, puis en forme de grelot lorsque l'atmosphère est très-humide. Comme elle s'ouvre difficilement, on peut la prendre, au premier aspect, pour une Sphérie. Sa surface extérieure est entièrement hérissée de poils droits, roides, cloisonnés, pointus au sommet et semi-diaphanes. Les thèques sont légèrement claviformes et renferment huit sporules ovoïdes d'un brun clair.

Notre *Peziza clavariarum* appartient à la division des *Lachnea* de Fries. Il paraît n'avoir été observé qu'une seule fois en Angleterre, à Hampstead, le 7 octobre 1792, où il se trouvait sur le *Clavaria caralloides*. Sowerby, dans l'*English fungi*, (vol. 3, tab. 307), s'est contenté de le signaler sans description et de le figurer sans détails microscopiques, presque toujours négligés à cette époque, sous le nom de *Peziza nigra*, que nous n'avons pu admettre, parce qu'il exprime un caractère commun à beaucoup d'espèces du genre et parce qu'il a été employé par Bulliard, dans son Histoire des Champignons, douze ans avant la publication anglaise. Depuis Sowerby, les auteurs ont passé sous silence l'espèce dont il s'agit; on ne la trouve même pas mentionnée dans le *British fungi* que notre savant ami Berkeley a fait paraître l'année dernière (1). Nous ferons remarquer, à cette occasion, que c'est par erreur que Fries a parlé d'un *Peziza nigra*, Sowerby, dans la table générale du *Systema mycologicum*, ainsi qu'à la page 151 du

(1) Depuis la rédaction de cette note, M. Berkeley, à qui nous avons eu le plaisir de communiquer un échantillon de cette espèce, nous a dit qu'on n'en retrouvait aucune trace dans l'herbier de Sowerby.

volume 2 de cet ouvrage; c'est du *Peziza niger, Sow.* dont il doit y être question, comme le prouve la citation qu'il fait de la table 369, fig. 8, de l'*English fungi.*

Nous observons chaque année ce champignon sur le *Clavaria fuliginea*, Pers., dans les bois de Verlinghem, commune des environs de Lille; nous espérons en posséder bientôt assez d'échantillons pour le faire paraître dans la seconde édition de nos *Cryptogames de France.*

Explication de la figure.

a, *Peziza Clavariarum*, sur une portion de tige du *Clavaria fuliginea* vu à la loupe.

b, Pézize fermée et vue à un faible grossissement du microscope.

c, Pézize ouverte.

d, thèques au grossissement de 300 diamètres.

PEZIZA AGYRIOIDES, Nob. (pl. 8, fig. 1.)

Minuta, sessilis, glabra, globosa, crassa, ceraceo-mollis, subhyalina, fulva, exsiccatis rufo-brunneis; ore connivente subcrenato; subiculo tenui, villoso, albo. Ad caules plantarum aridos.

Cette Pézize a été trouvée dans le département de la Haute-Vienne, d'où elle nous a été adressée sans nom. Au premier aspect et lorsquelle est sèche, on la prendrait pour un *Agyrium*, parce que sa cupule est sessile, glabre, globuleuse, close et semi-transparente comme la cire. Elle n'a pas plus d'un demi-millimètre de diamètre et repose sur un petit *subiculum* formé de filaments blancs, courts et rayonnants. Ses thèques sont claviformes et contiennent huit sporules ovoïdes et hyalines.

Explication de la figure.

a, groupe de Pézizes, à la vue simple.

b, Pézize fraîche, vue à la loupe.

c, la même, desséchée.

d, coupe verticale.

e, thèques et paraphyses.

Sclerotium concavum, Nob., Pl. crypt. fasc. XVIII et édit. 2, fasc. 11 (pl. 8, fig. 2.)

Innatum, atrum, nitens, tenue, concavum; primo orbiculatum, dein confluens subdifforme; intùs griseo-albidum. Siccum rugulosum. Habitat in baccis Symphoricarpodis racemosæ.

Ce *Sclerotium*, très-distinct par sa surface concave, est assez mince et a le port d'un *Rhytisma :* il est d'un beau noir luisant, d'abord arrondi et d'une ligne ou deux de diamètre, ensuite confluent et presque difforme. Vu à la loupe, après dessiccation, son épiderme paraît légèrement chagriné. Nous l'observons chaque année, en hiver, sur les baies du *Symphoricarpos racemosa*.

Explication de la figure.

a, *Sclerotium concavum* de grandeur naturelle.

b, coupe verticale grossie.

Fusarium lateritium, var. *Mori*, Nob. Pl. Crypt. de France, fasc. XVIII; édit. II, fasc. 11. (pl. 8, fig. 3.)

Cette production, que, pour ne pas trop multiplier le nombre des espèces, nous préférons rattacher, comme une variété remarquable, au *Fusarium lateritium*, a été observée par nous sur de jeunes branches d'un Mûrier. Elle a tout-à-fait l'aspect d'une tuberculaire et, comme elle, se développe sur les couches corticales et fend longitudinalement l'épiderme dont elle reste entourée. Ses tubercules sont d'un rouge orangé, assez inégaux ; les plus gros n'ont guère plus d'un millimètre ; souvent ils se disposent trois ou quatre sur une seule ligne et quelques-uns sont confluents. Ils reposent ordinairement sur un subi-

culum très-mince, composé de filaments blancs. Ce caractère rapproche notre plante des *Fusisporium*, dont elle s'éloigne par le port. Les sporidies sont fusiformes, hyalines, légèrement arquées et les plus longues ont environ $\frac{1}{50}$ de millimètre. On en trouve quelques-unes qui sont beaucoup plus petites et presque ovoïdes.

Explication de la figure.

a, *Fusarium lateritium* de grandeur naturelle.
b, vu à la loupe.
c, sporidies à un grossissement de 350.

BOTANIQUE.

EXPOSITION DES PLANTES VIVACES DE PLEINE TERRE,

PRÉSENTÉES SELON LEUR EMPLOI DANS LES JARDINS PAYSAGERS,

Par M. de PRONVILLE, membre correspondant.

1834.

OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES.

Avant que les jardins paysagers, dits jardins anglais ou chinois, fussent connus en France, on n'y cultivait que des plantes vivaces ou annuelles, rangées symétriquement dans les plates-bandes d'un parterre, et alors on connaissait peu de plantes exotiques. On ne les cultivait en grand nombre que dans les jardins de botanique ou dans les jardins de pharmacie. L'une des plus anciennes collections dont le souvenir nous soit resté, celle que Gaston d'Orléans, frère de Louis XIII, avait établie dans ses jardins de Blois, a produit les dessins du célèbre Joubert, qui font partie des vélins du Muséum d'histoire naturelle.

Les Anglais, dont nous avons imité les grands parcs, nous ont appris en même temps l'emploi convenable de ces plantes, dont une grande partie avaient été importées de l'Amérique septentrionale, et long-temps avant que nous les eussions introduites dans nos jardins, elles décoraient déjà la plupart de ceux que l'on admire en Angleterre. Mais on peut voir, par une notice intéressante de sir Walter Scott, que les jardins de la Grande-

Bretagne avaient subi tous les changements et variations que nous observons dans les nôtres, et que le goût d'une plus sévère imitation de la nature avait triomphé des paysages en miniature imaginés par les architectes.

Mais ces jardins, beaucoup mieux ordonnés que dans l'origine, se composaient d'arbres et d'arbrisseaux d'ornement. Les plantes herbacées ne s'y montraient qu'en petit nombre et laissaient de grands intervalles de classification au naturaliste qui eût désiré y trouver presque un système de botanique.

Nous avions déjà dit, en 1816, dans un mémoire lu à la Société d'agriculture de Seine-et-Oise, après avoir parlé des rapports de ces plantes avec plusieurs sciences naturelles : « L'amateur des jardins paysagers a d'autres vues, sinon utiles, » du moins très-agréables, dans l'emploi des plantes vivaces. » Placées dans la situation et le sol qui leur conviennent, elles » offriraient aux regards une succession de fleurs à peine inter- » rompue par les glaces de l'hiver. Un jardin décoré ainsi » réalisera pour le naturaliste le calendrier de Flore imaginé » par Linnœus. »

La plupart des plantes vivaces ne sont guère employées qu'en masse ou en groupes séparés et placés avec intelligence pour produire de l'effet à une certaine distance, soit par leur feuillage, soit par le grand nombre et la variété de leurs fleurs.

Beaucoup de ces plantes sont inodores; plusieurs sont aussi élevées que des arbrisseaux et ne peuvent trouver place dans les bouquets; c'est pourquoi elles attirent si peu l'attention des gens du monde. Les moyennes sont propres à être placées en masse et disséminées en des lieux apparents. Les plus petites enfin, et surtout celles qui s'étalent en gazon (*cespitosæ*), se placent sur des rives ou dans les corbeilles sur le devant.

Les plantes vivaces, distribuées avec goût dans un jardin paysager, ont un autre avantage, c'est celui de former, du moins en grande partie, un système de botanique dont l'étude

est d'autant plus facile qu'elle peut se faire sans sortir de l'enclos. Il ne faudrait pas toutefois déterminer une plante d'après le port (*facies*) qu'elle acquiert dans les jardins; car la richesse du sol, l'exposition ou d'autres causes occasionent un développement qu'elle n'a presque jamais dans sa localité naturelle (1). On préfère aussi très-souvent les variétés à fleurs doubles, quoique les simples aient ordinairement plus d'éclat.

La culture de la plupart des plantes vivaces de pleine terre n'est pas difficile. Il suffit de les biner au pied, de couvrir avec de la litière et mieux encore avec un panier de paille les plantes qui craignent une forte gelée, de couper à l'automne les tiges desséchées, et si l'arrière-saison est très-humide, de les dégarnir de leur couverture; aussi un pot renversé suffit pour abriter les petites plantes, lesquelles, ainsi que les autres, sont sujettes à périr si l'hiver est trop pluvieux.

Plusieurs de ces plantes se multiplient à l'excès par leurs drageons, et si on ne les arrêtait, en supprimant les rejetons écartés, elles finiraient par envahir une partie du jardin. On aurait alors de la peine à s'en délivrer. Il faut les arroser dans les hâles ou vents secs et chauds pour qu'elles fleurissent abondamment.

Mais quelle méthode de classement convient-il de suivre pour satisfaire les opinions et les désirs des amateurs de jardins paysagers ? Adopter la série des familles naturelles serait plaire aux botanistes; on rentrerait dans l'ordre suivi par la plupart des horticulteurs modernes. Ce classement a un grand avantage, c'est celui de réunir les espèces que l'on veut mentionner, quoique leur emploi ne soit pas le même. La méthode alphabétique a été appliquée avec succès par Miller et son éditeur, M. Martyn, de Cambridge. Et quoique le premier plan ait acquis

---

(1) Cette observation s'applique spécialement aux plantes *alpines*, le *polygala chamæbuxus*, par exemple.

de la faveur par l'usage qu'en a fait M. Dumont de Courset, le second est peut-être plus à la portée des gens du monde, pour lesquels cette exposition est entreprise.

Une description par ordre de floraison serait fort utile. On y aurait une succession à peine interrompue par l'arrière-saison de toutes les fleurs qui embellissent nos grands jardins. Mais cet ordre, qui, comme le second, réunirait la série naturelle des familles et des genres, peut être considéré comme secondaire par celui qui tient à connaître la place et l'emploi des plantes dans les diverses parties du jardin.

Nous avions essayé un tableau à colonnes qui se rapprochait de l'ordre alphabétique et présentait dans la même page les diverses conditions nécessaires; mais l'expérience nous a prouvé que ce tableau était trop sec, trop concis et peu clair pour ceux qui n'ont pas l'habitude des abréviations.

Nous supposons le jardin tout formé quant aux mouvements du terrain, aux diverses natures du sol, aux rochers, fabriques, berceaux, aux parties planes et aux eaux qu'il renferme. Bien entendu que les massifs d'arbres et les bosquets ou arbrisseaux isolés sont déjà en pleine végétation. En un mot, nous admettons que le jardin renferme tout ce que la nature, aidée par l'art, peut offrir de circonstances favorables au goût de l'architecte et au talent du peintre.

Nous avons divisé notre ouvrage d'après cette considération, puisque telle circonstance peut manquer sans pour cela que les autres en souffrent.

Le premier chapitre traite des prairies.

Le second des planches de parterre et des corbeilles.

Le troisième des plantes rassemblées en masse et placées à distance de l'habitation.

Le cinquième des plantes grimpantes et rampantes.

Le sixième enfin des plantes aquatiques.

Nous avons cru devoir nous borner à la simple indication des

noms de la patrie, de l'époque de la floraison et du sol qu'il convient de donner à chaque plante. Nous avons pensé que les amateurs sont pourvus des ouvrages qui traitent de la culture des plantes et arbrisseaux d'ornement, tels que celui de Dumont de Courset, déjà cité, de l'Almanach du Bon Jardinier, dont la rédaction est confiée au savant M. Poiteau; du Traité de M. Piralle, des Annales de l'école de Fromont, dirigée par M. Soulange-Baudin; des Annales de la Société d'horticulture de Paris, de la Société d'agronomie-pratique, dont deux années seulement ont été publiées; des Sociétés d'horticulture de Londres, Lille, Bruxelles, Gand, etc.

La distribution actuelle de la plupart des jardins rendra notre travail moins difficile à comprendre. Cette distribution présente généralement une pelouse ou un parterre régulier ou irrégulier rapproché de l'habitation. Les divers mouvements du terrain, les bois, les eaux, modifient les effets de la perspective que l'art du dessinateur et celui de l'architecte savent y ménager. Il existe plusieurs ouvrages sur cet objet. M. Mandar l'a traité avec beaucoup d'intelligence, et il a même indiqué, dans son ouvrage sur la construction d'une maison de campagne, les plantes qui doivent concourir à la formation d'un jardin paysager. Mais l'inspection de la localité et le talent de l'artiste indiquent beaucoup mieux que les livres ce qu'il convient de faire. Bertaut et d'autres architectes ont excellé dans ce genre de travail, qui n'est point à la portée de tout le monde.

C'est au jardin royal de Paris que l'on trouvera la collection la plus riche, et l'administration de cet établissement ne refuse point aux amateurs les graines et les rejetons disponibles.

Les pépinières de MM. Noisette, Cels, Lemann, Mathieu, Loth, etc., en renferment un grand nombre. Celle de M. Miellez, cultivateur, à Esquermes, près de Lille, est une des plus variées que nous connaissions. On peut avoir recours à ces divers établissements, comme pour les graines, à MM. Vilmorin, Tallard et Grandidier.

Nous connaissons un catalogue du jardin de l'Université de Cambridge, dont la traduction serait utile. On y voit sur diverses colonnes : 1.° le nom technique, 2.° le nom vulgaire, 3.° le pays originaire, 4.° l'année d'importation en Angleterre, 5.° l'époque de la floraison, 6.° la longévité de la plante, 7.° le sol et l'exposition qui lui conviennent. Il serait à désirer que cet ouvrage fût connu. M. Desfontaine en a publié un qui réunit une partie de ces avantages. Nous tâcherons d'en rappeler l'idée dans cette exposition.

N. B. Les plantes bisannuelles ou trisannuelles, contribuant beaucoup à la décoration des jardins paysagers, ont dû trouver leur place dans cet ouvrage.

EXPOSITION DES PLANTES VIVACES.

CHAPITRE 1.er — DES PRAIRIES EN GÉNÉRAL.

SECTION 1.re — *Pelouses ou gazons.*

1. *Lolium perenne.* W. Ivraie vivace. *Habitat,* Europe. *Floraison,* Juin. Sol : terre substantielle, bien ameublie.

2. *Trifolium repens.* W. Trèfle rampant. Europe. Juillet. Sol idem.

3. *Lotus corniculatus.* W. Lotier corniculé. Europe. Juin-août. Sol idem.

4. *Hippocrepis comosa.* Fer à cheval. *L.* Europe. Juin. Sol idem.

SECTION 2. — *Prairies naturelles en rapport.*

En Angleterre, les pelouses ou Boulingrins (*Bowln green*) sont étendus, très-soignés et n'admettent aucun mélange de plantes fourragères. Chez nous, les terre-pleins sont composées

de prairies naturelles, c'est-à-dire de plantes graminées propres à donner le meilleur foin; d'autres parties sont couvertes de prairies artificielles composées de plantes légumineuses et autres. Elles sont aussi d'un bon rapport; mais il faut avoir égard à la nature du sol auquel on les confie. Nous allons d'abord indiquer les premières.

4. *Agrostis stolonifera.* W. Agrostide. Link. Europe. Juin.

5. *Festuca pratensis. Schrad.* Fétuque des prés. Th. Nord de l'Europe. Terre substantielle, pierreuse. Juin.

6. *Phleum pratense.* W. Fléole. Sol idem. Juin.

7. *Anthoxanthum odoratum.* Flouve odorante. W. Lmk. Sol frais. Juin-juillet.

8. *Poa pratensis.* W. Paturin des prés. Europe. Sol substantiel. Juin. Les *Poa trivialis, compressa, nemoralis, etc.,* sont assez propres à entrer dans la formation d'un bon pré.

9. *Alopecurus pratensis.* W. Vulpin des prés. Lmk. Europe septentrionale. Sol frais, même humide. Juin. Excellent gramen pour les prairies basses.

10. *Holcus lanatus.* W. Houque laineuse. Lmk. Europe. Sol frais. Juillet-août. Excellent gramen qui se soutient long-temps sans dessiccation malgré sa maturité. Si la prairie était fort grande on pourrait la composer d'une partie des gramens déjà cités et aussi de *Poa aquatica, Aira aquatica, Aira cespitosa, Phalaris arundinacea,* etc.

Section 3. — *Hauts prés ou côtes sèches.*

Cette section tient essentiellement aux prés naturels.

11. *Festuca ovina. L.* W. Fétuque des brebis. Europe. Sol léger, sablonneux. Juin. D'autres espèces, *Festuca duriuscula, myurus,* etc., conviennent aux pelouses sèches en pente, sur le bord des bois.

12. *Aira præcox.* W. Choin de printemps. Europe. Sol sablon-

neux et frais. Mars. Les *Aira montana* et *canescens*, le *Poa compressa*, conviennent également pour la formation de ces pelouses sèches et lisières des bois.

Section 4. — *Prairies artificielles.*

13. *Medicago sativa.* W. Luzerne cultivée. Lmk. Europe centrale. Sol gras et léger. Juillet.

14. *Medicago lupulina.* W. Luzerne lupuline. Lmk. Sol léger. Mai-août. Trisannuelles, à mélanger avec avoines ou autres semences de mars. Le *Medicago falcata*, luzerne, en faucille, vivace, à fleurs jaunes ou purpurines, peut être également employé dans les prairies artificielles.

15. *Trifolium pratense.* W. Trèfle des prés. Lmk. Enc. Europe. Sol substantiel et meuble. Mai. Les avantages de cette plante légumineuse sont trop connus pour en parler ici. Variété à fleurs blanches. Th. loc. cit.

16. *Trifolium incarnatum.* W. Trèfle incarnat. Lmk. Enc. Sol terre à blé, récolté ou en jachère. Juillet. Quoique cette plante soit annuelle, nous la citons comme rustique, précoce, bon fourrage et utilisant provisoirement un terrain qui aurait porté une céréale.

17. *Melilotus officinalis.* Tarne. Mélilot officinal. Lmk. Enc. Europe centrale et méridionale. Sol léger, meuble. Trisannuel.

Cette plante est utile, surtout aux abeilles, et leur fournit un miel doux et abondant. C'est même cette propriété qui lui a donné, d'après Pline, le nom qu'elle porte. Le Bon Jardinier recommande aussi comme fourrage le mélilot de Sibérie, *M. albus ;* mais la saveur de ces plantes étant trop énergique, on ne doit pas les employer seules, quelque abondants qu'en soient les produits ; car les animaux les laissent.

SECTION 5. — *Bosquets ou côtes sèches découvertes.*

18. *Hedysarum onobrychis.* W. Sainfoin commun. Lmk. Enc. Europe centrale et méridionale. Sol argileux, léger. Juin. Le sainfoin d'Espagne, *H. Coronarium*, très-joli par ses fleurs d'un beau rouge, est trisannuel.

19. *Galega officinalis.* W. Galega ou Lavaneze commun. Lmk. Europe méridionale. Sol léger, sablonneux. Juillet. Var. à fleurs blanches. Plante durable, touffue, plus utile comme ornement que comme fourrage.

20. *Ulex Europœus.* Ajonc d'Europe. Lmk. Europe centrale. Mai.

21. *Spartium scoparium.* W. Genêt à balais. Lmk. Ce mot, tiré du grec, vient de l'emploi de cette plante comme lien ou cordage. Sol léger, sablonneux. Mai. Trisannuel.

CHAPITRE II. — PLANTES DE PARTERRE OU DE CORBEILLES.

Ces plantes sont ordinairement disposées sur des planches de 5 pieds de large. Le rang central se compose des plus grandes, qui sont souvent alternées avec des arbrisseaux tels que rosiers à tiges, cytises et autres, fleurissant en abondance. Les deux autres rangs sont occupés par des plantes moyennes et basses placées alternativement. Enfin, ces planches sont arrêtées par des bordures, soit de buis nain ou d'Artois, soit de plantes propres à cet emploi. Elles seront désignées dans une section particulière. Nous aurions désiré pouvoir distinguer les plantes vernales des estivales et automnales; mais la séparation est difficile, puisque l'époque de la floraison varie suivant la température et l'exposition. Dans l'indication des plantes composant les prairies tant naturelles qu'artificielles, nous aurons parcouru deux séries de familles, les graminées et les légumineuses. Il n'est plus possible de suivre cet ordre; mais nous rapprocherons

autant que possible les genres qui appartiennent à la même famille.

SECTION 1. — *Plantes du rang central.*

§ A. G. *A racine fibreuse.*

22. *Senecio doria.* W. Séneçon charnu. Lmk. France, Allemagne méridionale. Sol substantiel, frais. Août-septembre. Les *Sen. Coracanus* et *Saracenicus* W. sont recommandés pour le même emploi.

23. *Silphium laciniatum.* W. Silphie laciniée. B. J. Amérique sept.le Mississipi. Sol argileux, profond. Août-septembre. On emploie également les *silphium perfoliatum* et *connatum.*

24. *Helianthus atro-rubens.* W. Hélianthe rude. Lmk. Enc. Virginie, Caroline. Sol, terre substantielle, meuble. Août-septembre. On peut cultiver aussi dans cette série les *H. giganteus* et *doronicoides*, mais ce dernier doit être placé au second rang, n'ayant que 3 pieds 1/2 d'élévation.

25. *Aster novæ Angliæ.* W. *Astère Géante.* Link. Enc. Amérique sept.le Sol substantiel et léger. Septembre-octobre. Il y a deux variétés de cette plante, l'une portant des corymbes plus nombreux en fleurs et plus étalés : on peut mettre sur le premier rang l'*Aster purpureus,* ainsi nommé de la couleur des demi-fleurons.

26. *Eupatorium purpureum.* W. *Eupatoire pourpre Bot.*, Amérique sept.le Sol substantiel et frais. Septembre-octobre. On cultive aussi l'*Eupatorium celestinum*, Eupatoire à feuilles de Scrophulaire. Il peut se conserver l'hiver et être placé au second rang.

27. *Vernonia prœalta.* W. Vernonie à haute tige. Amérique sept.le Sol, terre de potager. Septembre. Au même rang, *Ver. novæ boracensis.*

OBSERVATION. Ces plantes et plusieurs autres composées sont indigènes de l'Amérique septentrionale ; elles contribuent par

leur floraison nombreuse à embellir les parterres et les corbeilles dès le commencement de l'automne.

28. *Echinops sphærocephalus.* W .Echinope commun. Lmk. Europe centrale. Sol, terre ordinaire. Août. A cultiver sur le même rang *Echinops paniculatus* de Jacq, de 5 à 6 p., et sur le second rang, *Echinops Ritro*, Echinope à tête azurée, Lmk, des provinces méridionales.

29. *Napæa lævis.* Desf. Enc. Napée Glabre, Lmk, Enc., Amérique sept.le Sol gras et frais. Août–septembre. Les feuilles, très-mucilagineuses, se mangent en guise d'épinards. Les tiges sont filamenteuses. Cultiver sur le même rang *Napæa scabra*, Napée dioïque Link, aussi de la Virginie.

30 *Bocconia cordata.* Desf. Enc., Boccone à feuilles en cœur, Lmk. Enc. La Chine. Sol, terre ordinaire. Juillet–septembre.

31. *Asclepias Syriaca.* W. Asclépiade de Syrie. Le Levant. Sol, tout terrain. Juillet–août.

32. *Cassia Marylandica.* W. Casse du Maryland; Lmk., Enc., le Maryland, la Virginie, terrain meuble et frais. Août–octobre.

33. *Lavatera thuringiaca.* W. Lavatère de Thuringe, Lmk., Enc., Allemagne, Pologne. Juillet. Sol, terre ordinaire.

34. *Digitalis ferruginea.* W. Digitale ferrugineuse, Lmk., Enc., Italie, terre molle, substantielle. Juin–juillet. Cultiver la *Digitalis ambigua* sur les rangs latéraux.

35. *Buphthalmum cordifolium.* W. Buphthalme à feuilles en cœur, Lmk, Enc. La Hongrie. Sol, terre à potager. Juin–octobre.

Section 2. — *Plantes moyennes ou placées dans les deux rangs latéraux.*

Observation. Les grandes plantes dont nous avons parlé ci-dessus doivent être espacées à trois ou quatre pieds de distance, soit pour les aérer, soit pour les cultiver plus facilement.

Les plantes des rangs latéraux ou inférieurs, dont nous allons nous occuper, doivent être espacées et plantées en échiquier, par rapport à celles du centre. Nous parlerons d'abord des plantes moyennes à racine fibreuse, et ensuite des tuberculeuses et bulbeuses, moins amples ordinairement que les premières. Nous essayerons aussi de séparer, autant que possible, les plantes vernales des estivales et des automnales, engageant toutefois les amateurs à les mélanger dans l'établissement de leurs parterres.

§ 1. *Plantes moyennes fibreuses.* A. *Vernales.*

36. *Cheiranthus cheiri.* W. Giroflée de muraille, Lmk, Enc. Europe centrale et méridionale. Sol léger, meuble.

37. *Hesperis matronalis. L. W.* Julienne des jardins, Lmk, Europe centrale. Sol, terre franche et substantielle (de rigueur). Mai-juillet.

38. *Pulmonaria Sibirica.* W. Pulmonaire de Sibérie, Lmk, Enc. Sibérie. Sol frais et substantiel, un peu ombragé. Avril-mai. Le *Pulmonaria Virginica* doit être aussi employé, fl. plus larges.

39. *Aquilegia vulgaris* W. Ancolie vulgaire, Lmk. Europe. Sol frais. Mai.

40. *Papaver orientale.* W. Pavot oriental, Lmk, Levant, Enc. Sol frais et substantiel. Fin de mai.

B. *Estivales.*

41. *Papaver bracteatum.* Pavot à bractées. BJ. Sol comme pour la précédente. Juin-juillet.

42. *Papaver Cambricum* W. Pavot jaune, Lmk. Angleterre, Pyrénées. Sol léger. Juin.

43. *Escholtzia Californica.* Bot. Amérique sept.le — Sol substantiel, terre franche. — Juin-juillet.

44. *Polemonium cæruleum.* W. Polemoine à fleurs bleues. Lmk. Enc. Jura, Alpes. Sol, terre ordinaire.

45. *Phlox ovata.* W. Phlox ovale. Link. La Virginie. — Sol, bonne terre légère. Juillet.

46. *Phlox suffruticosa* W. Enum. Bot. A. Plox frutescent BJ. Amérique sept.le. Sol, terre à potager, situation aérée. Juillet. Nous conseillons aussi le *Phlox acuminata* Bot. Eng., 1880, *Decussata, hort.* et quelques autres indiqués dans le Bon Jardinier, 1833.

47. *Campanula latifolia.* W. Campanule à feuilles larges, Lmk. Enc. Europe centrale. Sol, terre légère, mais substantielle. Juin-juillet.

48. *Aconitum paniculatum.* Desf. Ant. Aconit paniculé, Lmk. Tous les aconits sont plus on moins vénéneux, même l'*A. Anthora*, quoique son nom signifie contrepoison du *Ranunculus Thora*. France, Alpes. Sol léger, situation aérée.

49. *Delphinium boreale.* Dauphinelle à grandes fleurs, Lmk. Enc. Sibérie. Sol, bonne terre ordinaire. Juillet. Cultiver le *Delph. azureum :* le *D. boreale,* encore rare s'en rapproche. Placer dans le rang du milieu le *D. elatum.* Ant. K.

Famille des Caryophyllées. J. Vent. DC.

50. *Lychnis laciniata.* W. Sp. pl. Lichnide lacinié, Lmk, Enc. Europe. Sol, terre substantielle et fraîche. Mai. On doit cultiver aussi le *Lychnis Viscaria ;* le *L. Fulgens,* difficile à conserver ; le *Lych. ferruginea* en est une variété. *L. Grandiflorum* BJ. En pleine terre, avec des soins, rentré au commencement dans les grands froids. Enfin *L. Chalcedonica,* W. dit Croix de Jérusalem à fleurs doubles. Bonne terre, situation aérée.

51. *Dianthus barbatus.* OEillet barbu, Lmk, Enc. Les varié-

tés à fleurs doubles sont les plus estimées. France méridionale, Alpes. Sol, terre substantielle et amendée. Juillet. Cette plante craint la grande humidité.

52. *Agrostemma flos Jovis.* W. Lychnide ombellifère, Lmk. Enc. Dauphiné, Alpes. Sol, terre légère. Juillet. *L'A. Coronaria*, la coquelourde est bisannuelle. Cultiver sa variété double.

53. *Silene compacta.* Desf. Enc. Supplément. Trisannuelle. Encore rare, du Caucase. *Silene amœna.* W. Silène élégant. Lmk. Tartarie. Sol, terre ordinaire. Juin. Les Silènes étant presque tous annuels et de collection, ne peuvent figurer avec avantage dans nos jardins paysagers.

Famille des Rosacées.

54. *Spirea aruncus.* W. Spirée. Barbe de chèvre. Lmk. Enc. France-Auvergne. Sol, terrain frais. Situation un peu ombragée. Juin-juillet. Le *Spirea lobata.* Belle espèce de l'Amérique septentrionale. *Spirea venusta. Spirea Trifoliata.* Terre légère, mieux en terrain de bruyère. *Spirea filipendula.* Variété à fleur double. Juillet.

55. *Geum canadense.* Pers. Benoite du Canada. Lmk. Enc. Amérique sept.le. Sol, bonne terre, légère. Juin-juillet. Cultiver aussi le *Geum coccineum* Desf. Il est d'Orient.

56. *Potentilla formosa.* Dec. Prodr. Potentille du Nepaul BJ. Népaul. Sol, terre substantielle et légère. Juillet. Cultiver aussi le *Potentilla atro-sanguinea*, aussi du Nepaul. Il est plus délicat.

57. *Acanthus mollis.* W. Acanthe brancursine. Lmk. Enc. *Acanthus spinosa.* Feuilles épineuses. France méridionale. Sol, terre fraîche et profonde. Août.

58. *Gentiana lutea.* W. Gentiane jaune. Lmk, de Gentiane, roi de Sibérie, qui, le premier, mit cette plante en usage.

Vosges, Alpes. Sol léger, mais substantiel. Juillet. On pourrait placer cette plante, à cause de son élévation, au rang central.

59. *Centaurea americana.* A recommander pour ses grandes et belles feuilles. Quoiqu'annuelle, nous engageons les amateurs à la placer dans les planches du parterre. Elle fleurit au mois d'août.

60. *Centaurea montana.* W. Centaurée des montagnes. Lmk. Enc. Dauphiné, Alpes. Sol, terre ordinaire. Cultiver aussi le *Centaurea salmantica* du Midi de la France, et le *C. benedicta* ou le Chardon Marie.

61. *Anthirrinum majus.* W. Muflier des jardins. Lmk. Enc. Ce sont les variétés *A. fulgens* et *bicolor* qui le font placer dans les planches du parterre. Europe centrale. Sol, terre ordinaire de potager. Ces plantes sont rustiques.

62. *Linaria alpina.* Vent. Talet. Muflier. Lmk. Cultiver le *Linaria pilosa* ou *pilosa speciosa* de Miellez, connu depuis 1747. Sol léger. Juin et juillet.

63. *Othonna cheirifolia* W. Othonne à fleurs de giroflée, Lmk. Afrique. Sol, terre médiocre, légère. Exposition chaude. Mai-juin.

64. *OEnothera formosa.* H. R. Desf. Enc. Amérique sept.^le^. Sol, terre ordinaire. Août-septembre. Cultiver aussi l'*OEnothera macrocarpa.* Desf. Enc. Supplément, espèce nouvelle de pl. t.

65. *Lunaria rediviva.* W. Lunaire vivace. Lmk. Enc. Europe sept.^le^. Sol ordinaire. Mai.

66. *Tradescantia virginica.* W. Ephémère de Virginie. Lmk. Dédiée à Jean Tradescant, anglais, amateur distingué, dont les riches collections ont été publiées en 1656. La Virginie. Sol léger. Situation mi-soleil. Tout l'été. Variété a fl. blanches nuancées de bleu.

67. *Thalictrum aquilegifolium.* W. Pigamon à feuilles d'Ancolie. Lmk. Enc. Europe centrale. Situation un peu ombragée. Mi-juin. Plante rustique. Nous conseillons aussi le *Thalictrum tuberosum*, à cause de ses fleurs d'un beau jaune, les plus grandes du genre, et leur disposition en ombelle.

68. *Rudbeckia purpurea.* W. Rudbeck pourprée. Lmk. Enc. Virginie, Caroline. Sol, terre fraîche et légère. Situation dégagée. *Rudbeckia Hirta.* W. Sp. pl. Rudbeck hérissée. Lmk. Enc. Sol, idem. Bisannuel, le Bon Jardinier; vivace. L.

69. *Penstemon pulchellum.* W. Galane. Lmk. Enc. Mexico. Sol, terre substantielle, molle. Juillet-août. *Penstemon Darckii.* Pépinière Miellez, à Esquermes.

70. *Statice latifolia.* W. Statice à larges feuilles, Lmk. Enc. Italie, Espagne. Sol léger. Août. Cultiver aussi le *Scapiurus* et le *sinuata.*

71. *Gaillardia aristata.* Pepinière Miellez, à Esquermes. *Gaillardia perennis.* BJ. La Fleur est solitaire. Terre légère. Août.

72. *Rocea scabra.* Plante nouvelle venue d'Angleterre, cultivée à Lille et à Douai. Sol, terre de potager. Août.

73. *Catananche cærulea.* W. Cupidone bleue. Midi de la France. Sol, terre légère. Juillet-septembre.

74. *Erythrolena conspicua.* Desf. Cat. Plante nouvelle importée d'Angleterre, 3 années. Sol substantiel. Août.

75. *Lubinia atro-purpurea.* H. Taffin, à Douai. Desf. Cat. Sol, terre substantielle. Août.

C. *Automnales.*

76. *Zygophyllum Fabago.* W. Fabagelle commune. Lmk. Syrie, Murit. Sol sablonneux. Exposition chaude. Août-septembre.

77. *Helenium automnale.* W. Hélénie d'automne. Lmk. Amé-

rique sept.le. Sol, terre ordinaire, toute exposition. Août-novembre. Cette plante, à cause de son élévation, figurerait mieux dans le rang central.

78. *Serratula speciosa.* Virginie. Sol, terre légère ou de bruyère. Septembre-octobre. Couvrir l'hiver ou remettre en orangerie.

79. *Tagetes lucida.* W. Tagète luisante. Lmk. Amérique sept.le. Sol substantiel. Exposition chaude. Août.

80. *Anthemis grandiflora.* Desf. Cat. Chine. Sol, bonne terre amendée. Exposition chaude. Arrosements fréquents. Novembre.

81. *Helloborus niger.* W. Sp. Hellébore à fleurs roses. Lmk. Enc. France. Allemagne méridionale. Sol, terre ordinaire. Exposition semi-ombragée.

82. *Dictamnus albus.* W. Sp. Dictame blanche ou fraxinelle. Lmk. Enc. France méridionale. Sol, terre fraîche. Exposition chaude. Juillet.

83. *Eryngium alpinum.* W. Sp. Panicaut des Alpes. Lmk. Enc. Europe centrale. Alpes. Sol léger. Exposition chaude. Août.

84. *Aster Pyrenœus.* Sol ordinaire. Juillet. *Aster grandiflorus.* Août - septembre. Terre ordinaire. — Exposition chaude.

85. *Verbascum phœniceum.* W. Sp. Molène purpurine. Europe australe. Sol sablonneux. Exposition chaude. Juillet.

86. *Asclepias incarnata.* W. Sp. Asclepiade incarnat. Lmk. Enc. Sol léger ou terrain de bruyère. Exposition au soleil. Juillet.

87. *Phlomis tuberosa.* W. Sp. pl. Phlomide tubéreuse. Lmk. Enc. Sibérie. Sol léger, lieu aéré. Fleurs. Juillet. On peut cultiver aussi le *Phlomis laciniata*, mais dans le rang central, plante pittoresque, et le *Phlomis fruticosa.* La seconde doit être couverte dans les fortes gelées.

88. *Coreopsis integrifolia.* Espèce nouvelle, cultivée à Lille et autres villes.

89. *Coreopsis verticillata.* W. Sp. pl. Coriope à feuilles menues. Lmk. Enc. Sol substantiel. Août - septembre. Nous croyons que le *Coreopsis delphinifolia* de La Mark diffère du premier. C'est celui que nous recommandons comme plus rustique.

90. *Astragalus alopecuroïdes.* W. Sp. Astragale à queue de renard. Lmk. Enc. Sibérie, Espagne. Sol, terre ordinaire. Situation aérée. Juillet. Nous recommandons aussi l'*Astragalus varius.* Exposition chaude.

91. *Apocinum androsæmifolium.* W. Sp. pl. Apocin. Attrape Monche. Lmk. Virginie. Sol léger. Terre de bruyère de préférence. Juillet.

92. *Onopordum deltoides.* Pers. syn., Onoporde de Sibérie. Lmk. Sol, terre ordinaire.

93. *Laserpitum latifolium.* W. Sp. pl. Laser à feuilles larges. Lmk. Fontainebleau. Sol, terre légère. Juin.

94. *Ranunculus aconitifolius.* Ver. Renoncule à feuilles d'aconit. Lmk. Enc. France méridionale, Alpes. Sol, terre fraîche; situation un peu ombragée. Mai-juin.

Section. 3. — *Plantes à racines fibreuses, basses.*

A. *Vernales.*

Observation. Ces plantes vivaces sont employées ordinairement dans les corbeilles ou parterres de peu d'étendue. On les remarque surtout dans les jardins de ville, sur les terrasses; mais elles doivent trouver place ici dans une localité à peu près semblable.

95. *Turritis verna.* B. J. Sol ordinaire. Mars et avril.

96. *Iberis sempervirens.* L. W. Ibéride toujours verte. Lmk. Europe méridionale. Sol léger ou sablonneux. Avril.

97. *Alyssum saxatile.* L. W. Alysse jaune. Lmk. Ile de Candie. Sol, terre sèche et légère. Avril–mai. Toute exposition. *Alyssum deltoideum.* W. Cette plante africaine doit être cultivée pour ses touffes de fleurs violettes.

98. *Fumaria nobilis.* W. Sp. Fumetère à grandes feuilles. Lmk. Sibérie. Sol substantiel. Exposition aérée. Mai.

99. *Saxifraga crassifolia.* W. Sp. Saxifrage à grandes feuilles. Lmk. Enc. La plupart de ces plantes croissent dans les fentes des rochers. Sibérie. Sol ordinaire. Exposition aérée. Mars–avril.

100. *Cynoglossum omphalodes.* W. Sp. Cynoglosse printanière. Lmk. Midi de l'Europe. Sol un peu frais. Exposition un peu ombragée. Avril.

101. *Phlox repens.* Pers. Syn. Phlox rampant. Bot. Cult. Amérique sept.le. Sol, terre molle. Avril–mai. *Phlox subulata.* Fin d'avril.

B. *Plantes estivales.*

102. *Geranium striatum.* W. Sp. Géranium strié. Bot. Cult. Italie. Sol ordinaire. Exposition aérée. Juillet-août.

103. *Veronica gentianoides.* W. Sp. Véronique à feuilles de Gentiane. Lmk. Parties méridionales du Caucase. Sol ordinaire. Juin-juillet. Nous recommandons aussi les véroniques de Virginie et le *Veronica altaïca.*

104. *Melissa officinalis.* W. Sp. Mélisse officinale. Lmk. Enc. de Paris et ailleurs. Sol ordinaire. Juillet.

105. *Salvia tricolor.* W. Sp. Midi de la France. Sol léger. Juillet.

106. *Potentilla nitida.* W. Sp Potentille luisante. Lmk. Alpes du Dauphiné. Sol léger. Juillet. Exposition un peu ombragée.

107. *Arenaria Balearica.* Pers. Syn. Lmk. Les iles Baléares.

Sol sablonneux. Exposition un peu fraîche, même sur des rochers. Mai. On peut cultiver dans les mêmes circonstances l'*Arenaria grandiflora*.

SECTION 4. — *Plantes de parterre, à racine bulbeuse ou tubereuse.*

A. *Basses.*

108. *Galanthus nivalis* W. Sp. Galantine nivale. Lmk. Enc. Versailles. Sol frais et léger. Exposition ombragée. Février. Variétés à fleurs doubles.

109. *Leucojum vernum.* W. Sp. Nivéole printanière. Lmk. Enc. Alpes du Dauphiné. Sol, terre fraîche. Exposition un peu ombragée. Mars. Observations : Lever les oignons en juillet pour séparer les cayeux et les replanter. Le *Leucojum æstivum* est plus élevé et sa hampe est garnie de 5 ou 6 fleurs inclinées comme les premières.

110. *Helleborus hyemalis.* W. Sp. Hellébore d'hiver. Lmk. Enc. Europe centrale. Environs de Paris. Sol frais. Février-mars.

111. *Fumaria bulbosa.* W. Sp. Fumetère bulbeuse. Lmk. Enc. Environs de Paris. Sol frais. Situation ombragée. Février-avril.

112. *Anemone hepatica.* W. Sp. Anémone hépatique. Lmk. Enc. France méridionale. Alpes du Dauphiné. Sol léger, terrain de bruyère. Février-mars.

113. *Irispumila.* W. Sp. Environs de Paris. Sol léger. Exposition aérée. Mars-avril. On peut l'employer en bordures.

114. *Narcissus poeticus.* W. Sp. Narcisse des poètes. Lmk. Enc. Environs de Paris. Sol frais. Situation un peu ombragée. Avril-mai.

115. *Muscari monstruosum.* Desf. Cat. Jacinthe à toupet. Lmk. Enc. La France. Sol ordinaire. Mai.

116. *Crocus vernus.* W. Sp. Safran printanier. Lmk. France.

Sol léger. M. Février-mars. Les jardiniers en cultivent en grand nombre.

117. *Tulipa gesneriana.* W. Sp. Tulipe ordinaire et *Tulipa oculus solis.* Œil du soleil. Sol, terre substantielle. Exposition chaude. Mai. Nous recommandons aussi le *Tulipa celsiana* et le *Tulipa suavis.*

118. *Oxalis violacea.* W. Sp. Oxalide violette. Virginie, Canada. Exposition chaude. Sol, terre fraîche. Cultiver aussi l'*oxalis cuprina* à fleurs jaunes.

B. *Plantes bulbeuses et tubereuses moyennes.*

119. *Gladiolus communis.* W. Sp. Glayeul commune. Lmk. Enc. France méridionale. Sol léger. Exposition au soleil. Mai-juin. Cultiver aussi le *Gladiolus byzantinus* et *Glad. psittacinu.*

120. *Iris Xiphium.* W. Sp. Iris bulbeuse. Lmk. Enc. Espagne Sol substantiel. Exposition solaire. Mi-juin. Un grand nombre de variétés de toutes nuances, ainsi que pour l'Iris xyphoïde. Séparer les cayeux. Cultiver aussi les *Iris ochrolenca, sibirica* et *germanica.*

121. *Ornithogalum umbellatum.* W. Sp. Ornithogale ombellé. Lmk. Enc. Environs de Paris. Sol ordinaire. Exposition solaire. Mai. Cultiver aussi l'*Ornithogalum pyramidale* ou épi de la Vierge. Lever les oignons tous les trois ans.

122. *Scilla amœna.* W. Sp. Scille élégante. Lmk. Enc. Entre Bordeaux et Bayonne. Sol léger. Exposition solaire et aérée. Avril.

123. *Fritillaria imperialis.* W. Sp. Fritillaire Impériale. Lmk. Du levant. Elle a été apportée, d'abord en Hollande, où Linné la trouva dans le jardin de Cliffort, sous le nom de *petilium.* Sol léger, non humide. Exposition solaire. Juillet. *Fritillaria Meleagris* ou le damier.

124. *Anthericum Liliastrum.* W. Sp. Phalangère liliforme. Lmk. Enc. Alpes du Dauphiné. Sol, terre fraîche, substantielle.

Exposition chaude. Juin. Cultiver aussi le *Phalangium ramosum* et l'*Anthericum ossifragum*, des marais, indigène de Paris.

125. *Allium Moly*. W. Sp. OEil doré. Lmk. Enc. France méridionale. Sol gras et léger. Exposition solaire. Juin.

126. *Lilium album*. B. pin. Lis blanc. Lmk. Enc. France méridionale. Sol, terre douce de jardin. Exposition solaire. Juin-juillet. Plusieurs variétés remarquables. Le panaché de pourpre ou ensanglanté, le double, le lis à feuilles panachées, etc.

127. *Lilium bulbiferum*. W. Lis bulbifère. Enc. France méridionale. Sol mélangé de terre de bruyère. Juin-juillet.

128. *Pancratium maritimum*. W. Sp. Pancrace maritime. Lmk. Enc. France méridionale, bord de la mer. Sol sablonneux. Exposition chaude. Craint l'hiver. Juillet-août.

129. *Anemone pulsatilla*. W. Sp. Anémone pulsatille. Lmk. Enc. Environ de Paris. Alpes. Sol léger. Situation aérée. Avril.

130. *Anemone hortensis*. W. Anémone des jardins. Lmk. France méridionale. Sol léger, mais amendé. Avril.

131. *Anemone pavonia*. Syn. Anémone, œil de paon. Lmk. Enc. Orient. France méridionale. Sol, terre légère, amendée de terreau de bruyère. Exposition solaire. Avril.

Plusieurs autres anémones, telles que le *narcissiflora*, méritent d'être cultivées. Il faut relever toutes les plantes de cette section pour en séparer les cayeux, les griffes et les replanter à l'automne.

SECTION 5. — *Plantes dont les nombreuses variétés de culture sont réunies en collection.*

A. *Plantes cultivées en planches.*

132. *Hyacinthus orientalis*. W. Sp. Hyacinthe orientale. Lmk. Enc.

133. *Tulipa gesneriana.* W. Sp. Tulipe de Gesner. Lmk. Enc.

134. *Anemone coronaria.* W. Sp. Anémone des fleuristes. Lmk. Enc.

155. *Ranunculus asiaticus.* W. Sp.

B. *Plantes cultivées en pots.*

136. *Primula auricula.* W. Sp. Primevère auricule d'ours. Lmk. Enc.

137. *Dianthus caryophyllus.* W. Sp. Œillet des fleuristes. Lmk. Enc.

Section 6. — *Plantes propres à former des bordures.*

Observations. Quoique les plantes dont nous allons parler soient toutes convenables aux bordures, nous indiquerons celles qui ne prennent pas d'une année à l'autre une trop grande expansion. Nous ne parlerons pas du buis d'Artois, employé depuis si long-temps et qui réunit de grands avantages et quelques inconvénients.

138. *Gentiana acaulis.* W. Sp. Gentiane à grandes fleurs. Lmk. Enc. Alpes du Dauphiné. Sol léger, terrain de bruyère. Exposition solaire. Mai.

139. *Sisyrnchium Bermudianum.* W. Sp. Bermudienne bicolore. Lmk. Enc. Les Bermudes et la Virginie. Sol, terre fraîche et légère. Exposition solaire. Juin-juillet.

140. *Amaryllis lutea.* W. Sp. Amaryllis jaune. Lmk. Enc. Espagne. Sol léger. Exposition chaude. Septembre.

141. *Festuca glauca.* W. Sp. Fétuque glauque. Environs de Paris. Sol léger. Situation aérée. Juin.

142. *Teucrium Chamædris.* W. Sp. Germandrée Ivette. Lmk. Enc. Environs de Paris. Sol substantiel. Exposition solaire. Juin.

143. *Cerastium tomentosum.* W. Sp. Céraiste cotonneux.

Lmk. Enc. France méridionale. Sol ordinaire. Exposition aérée. Mai-juin. Séparer tous les deux ans.

144. *Statice armeria.* Statice armérie. Lmk. Enc. Europe centrale. Sol léger et frais. Mai-Juillet.

145. *Bellis perennis.* W. Sp. Paquerette vivace. Lmk. Enc. Environs de Paris. Sol, terre fraîche. Exposition semi-ombragée. Fin d'avril. Mai. Variétés à fleurs doubles, à tuyaux prolifères. Relever tous les deux ans.

146. *Dianthus Moschatus.* Lmk. Enc. OEillet mignardise. Sol, terre fraîche et légère. Exposition aérée. Juin. Variétés anglaises très-remarquables. Séparer tous les deux ans.

147. *Viola odorata.* W. Sp. Violette odorante. Lmk. Enc. Environs de Paris et ailleurs. Sol substantiel et frais. Exposition mi-ombragée. Mars-avril. Plusieurs variétés remarquables : la *Viola* double ; la *Viola* quatre saisons double. Variétés de couleur blanche et pourpre. La *Viola* de Parme, fleurs bleu-clair et fleurs doubles plus odorantes que les autres. En pot et sous châssis jusqu'à la floraison.

148. *Viola tricolor.* W. Violette pensée. Lmk. Enc. Environs de Paris et ailleurs. Sol ordinaire. Exposition mi-ombragée. Avril-mai. Grand nombre de belles variétée cultivées.

149. *Thymus Serpillum.* W. Sp. Thym. Serpolet. Lmk. Enc. Europe. Sol léger. Exposition solaire. Juin-juillet.

150. *Rosmarinus officinalis.* W. Sp. Romarin officinal. Lmk. Enc. Il croît dans nos prairies méridionales sur les landes voisines de la mer. On trouve la variété de Miller (*angustifolia*) à la fontaine de Vaucluse. Environs de Paris et ailleurs. Sol, terre légère. Exposition chaude et abritée. Juin-juillet. Tondre les bordures comme pour la première.

151. *Salvia officinalis.* W. Sp. Sauge officinale. Lmk. Enc. France méridionale. C'est la variété naine que l'on cultive en bordures. Sol, terre légère. Exposition chaude. Juin-juillet.

152. *Lavandula spica.* W. Sp. Lavande commune. Bot. Cult.

France méridionale. Sol léger. Exposition chaude. Juillet-Août. Tondre après la floraison. Renouveler tous les trois ans.

153. *Hyssopus officinalis.* W. Sp. Hysope officinale. Lmk. Enc. C'est une de celles qui méritent d'être cultivées dans les jardins comme bordures. Elle y produit d'ailleurs de l'effet. France méridionale. Sol léger. Exposition solaire. Juin-août. Renouveler tous les trois ans.

154. *Anthemis nobilis.* W. Sp. Camomille romaine. Lmk. Enc. Sol, terre douce et substantielle. Exposition solaire. Août. C'est la variété à fleurs doubles qu'il faut cultiver, séparer les touffes et replanter tous les deux ans.

APPENDICE AU CHAPITRE II. — *Plantes à placer en ligne entre des arbrisseaux ou des arbres.*

OBSERVATIONS. C'est un genre de décoration fort agréable que celui de la plantation de ces grands végétaux de pleine terre, mis à distance égale, entre des rosiers à tiges ou autres arbrisseaux.

155. *Dahlia coccinea.* Pers. Syn. Mexique. Sol substantiel et profond. Situation chaude. Août-octobre. Fleurs grandes et qui sont variées de couleurs par la culture.

Retirer les tubercules, replanter fin d'avril, et beaucoup mieux plus tard.

156. *Alcea rosea.* L. Hort. Cliff. Alcée rose. Lmk. Chine. France méridionale. Sol substantiel. Exposition chaude. Juillet-septembre. La culture en a obtenu un grand nombre de variétés doubles et de toutes couleurs. Elle est annuelle. Cultiver aussi l'*Alcea sinensis*, moins grand; belles fleurs doubles.

157. *Pœonia officinalis.* Desf. Cat. Pivoine officinale femelle. Lmk. Enc. France méridionale. Sol substantiel. Exposition mi-ombragée. Mai. Il y a des variétés à fleurs roses et à fleurs blanches.

158. *Pœonia albiflora.* Pallas. W. Pivoine à fleurs blanches. Lmk. Enc. Cette belle espèce a produit une variété double que l'on cultive. Sibérie. Sol comme pour la première espèce. Mi-juin.

159. *Pœonia anomala.*

160. *Pœonia edulis*, idem.

161. *Pœonia Moutum.* Desf. Cat. Pivoine ou arbre. Les plus belles variétés. La pivoine papavéracée, ainsi nommée à cause des découpures de ses pétales. La pivoine à fleurs doubles et la pivoine odorante. Toutes ces variétés réussissent en pleine-terre à une exposition chaude; mais elles exigent plus de précautions et de soins.

CHAPITRE III. — *Plantes rassemblées en masses et placées à distance.*

Observations. Ces plantes, ordinairement fortes et touffues, sont destinées à garnir la base ou la bordure des bosquets. On les place de manière à être vues d'un peu loin; plusieurs sont traînantes et exigent d'être dégagées tous les 2 ans. Elles sont assez rustiques d'ailleurs.

162. *Buplevrum fruticosum.* W. Sp. Buplèvre frutescent. Lmk. Enc. France méridionale. Sol, terre fraîche et légère; un peu humide. Exposition mi-solaire.

163. *Epilobium spicatum.* Lmk. Enc. Epilobe à épi. France et ailleurs. Sol ordinaire. Juillet–septembre. Pl. traînante.

164. *Urtica nivea.* W. Sp. Orties à feuilles blanches. Lmk. Enc. La Chine. Sol, bonne terre ordinaire. Exposition méridionale. Août-septembre.

165. *Angelica Archangelica.* W. Sp. Angélique des jardins. Lmk. Enc. Alpes du Dauphiné. Pyrénées. Sol, bonne terre fraîche. Exposition mi-solaire. Juillet–août.

166. *Saponaria officinalis.* W. Sp. Saponaire officinale.

Lmk. Enc. Environ de Paris et ailleurs. Sol ordinaire. Toute exposition. Arrêter cette plante, qui traîne beaucoup. Var. à fl. doubles.

167. *Aster ericoïdes.* Buisson touffu. Très-rustique.

168. *Aster amellus.* Juillet. Exposition solaire.

169. *Aster levis.* Astère luisante. Buisson épais. Rustique.

170. *Solidago canadensis* W. Sp. Verge d'or du Canada. Lmk. Enc. Amérique sept.le Sol ordinaire, terre molle. Exposition semi-ombragée. Juillet-septembre. Celle qui porte des feuilles velues et entières est préférable.

171. *Solidago sempervirens.* W. Verge d'or toujours verte. Lmk. Amérique sept.le Sol ordinaire. Exposition mi-ombragée. Septembre-octobre.

172. *Anthemis tinctoria.* W. Camomille des teinturiers. Lmk. Enc. France méridionale. Sol, terre fraîche. Exposition mi-ombragée; touffe épaisse.

173. *Geranium pratense.* W. Sp. Géranium des prés. Lmk. Enc. Sol ordinaire. Juin. Touffes épaisses.

174. *Geranium sanguineum.* W. Géranium sanguine. Lmk. Enc. Environs de Paris et ailleurs. Sol ordinaire. Juin-août. Cultiver aussi le *Geranium palustre* à fleurs blanches.

175. *Digitalis purpurea.* W. Sp. Digitale pourprée. Lmk. Enc. Environs de Paris et ailleurs. Sol, terre légère. Exposition chaude. Juin-août. Renouveler de semence tous les deux ans.

176. *Arundo colorata.* W. Sp. Roseau rubanné. Environs de Paris. Sol ordinaire un peu frais. Exposition un peu aérée. Juillet. Cette plante traîne beaucoup.

177. *Stachys lanata.* W. Sp. Stachide laineuse. Lmk. Enc. Sibérie. Sol ordinaire. Tout l'été. Cette plante traîne beaucoup.

Observations. Indépendamment des plantes vivaces mentionnées ci-dessus, on place, à distance, pour produire de l'effet, quelques arbustes ou plantes d'orangerie, telles que l'*Hydrangea hortensis*, le *Pelargonium zonale* et autres *Pelargonium*.

CHAPITRE IV. — Plantes ombragées ou demi-ombragées.

Section 1.re — *Plantes sous bois.*

Observations. Nous avons cherché à indiquer la localité convenable à chaque plante. Dans un grand parc, c'est une jouissance de trouver dans les grandes masses de bois, les plantes qui se plaisent à l'ombre. Nous en indiquerons quelques-unes.

178. *Convallaria majalis.* W. Sp. Muguet de mai. Lmk. Europe. Sol frais et ombragé. Mai.

179. *Asperula odorata.* W. Sp. Aspérule odorante. Lmk. Enc. Europe. Sol frais. Mai–juin. La plante acquiert une odeur douce après la dessiccation.

180. *Hyacinthus non scriptus.* W. Sp. Jacinthe des prés. Lmk. Enc. Europe. Sol humide. Avril.

181. *Anemone nemoralis.* W. Sp. Anémone des bois. Lmk. Enc. Environs de Paris et ailleurs. Sol frais. Avril–mai. C'est la variété double qu'il faut multiplier.

182. *Lysimachia nemorum.* W. Sp. Lysimaque des bois. Environ de Paris et ailleurs. Sol frais. Mai–juillet.

183. *Arum Dracunculus.* W. Sp. Gouet serpentaire. France méridionale. Sol frais, mi-ombragé. Juin–juillet.

184. *Scolopendrium officinarum.* W. Sp. Environs de Paris et ailleurs. Sol frais. Les variétés de la scolopendre, ainsi que le Ceterach, sont également propres à garnir les fissures des rochers dans leur partie ombragée.

Section 2. — *Plantes vivaces cultivées dans les planches de terre de bruyère.*

Observations. Les planches de terre de bruyère sont placées au nord ou au levant et bordent les massifs d'arbres ou la base

des fabriques. Outre les arbrisseaux et arbustes qui les décorent, on les garnit de plantes vivaces, telles que celles-ci.

185. *Aquilegia Canadensis.* W. Sp. Ancolie du Canada. Virginie, Canada. Situation ombragée. Mai. Plante élégante, mais délicate.

186. *Monarda didyma.* W. Sp. Monarde pourprée. Lmk. Enc. Pensylvanie. Situation mi-ombragée. Juillet-août. Sensible aux grandes froidures.

187. *Lobelia cœrulea. L. syphilitica.* W. Sp. pl. Lobélie syphilitique. Virginie. Situation semi-ombragée. Août-octobre.

188. *Lobelia fulgens.* W. Enc. pl. Août-juillet.

189. *Gentiana asclepiadea.* W. Sp. Gentiane asclépiade. Lmk. Enc. Juin-août. Plante élégante.

190. *Pachysandra prostrata.* W. Sp. pl. Pachysandre couchée. Fleurs petites en août, disposées en épis cachés sous les feuilles.

191. *Anthirrhinum alpinum.* W. Sp. pl. Muflier des Alpes. Lmk. Enc. Alpes, France méridionale. Situation chaude et abritée. Mai. Très-jolie plante.

192. *Gaultheria procumbens.* W. Sp. pl. *Gaultheria rep.* Bot. cult. Canada. Juin. On en fait un thé fort agréable.

193. *Martagon pyrenœum.* Lis Turban. France méridionale. Juin.

194. *Martagon superbum. Lilium superbum.* W. Lis superbe. Lmk. Id. Amérique septentrionale. Juillet. Relever, ainsi que la précédente, tous les trois ans, et garantir des fortes gelées.

195. *Delphinium elatum.* W. Sp. pl. Dauphinelle élevée. Lmk. Enc. Sibérie. France méridionale. Juillet-août. Il en faut garnir un pot.

196. *Sanguinaria canadensis.* W. Sp. pl. Sanguinaire du Canada. Lmk. Enc. Canada. Juillet.

197. *Astrantia major.* W. Sp. pl. Astrance à larges feuilles. Lmk. Enc. Alpes du Dauphiné. Tout l'été. Toute la plante a un port élégant.

198. *Soldanella alpina.* W. Sp. pl. Soldanelle des Alpes. Lmk. Enc. France méridionale. Alpes et Pyrénées. Avril et mai. Cette jolie plante est peu commune.

199. *Epimedium alpinum.* W. Sp. pl. Épimède des Alpes. Lmk. Enc. France méridionale. Montagnes. Avril-mai. Cette plante tourne lorsqu'elle se trouve sur un sol et une situation convenables.

200. *Aconitum Anthora.* W. Sp. pl. Aconit salutifère. Lmk. Enc. France méridionale. Août.

Nota. Nous avons cité la *Fritillaria meleagris* à l'article Couronne impériale. La place du *F. meleagre,* qu'on appelle vulgairement le damier, est dans la couche de terre de bruyère. Elle a plusieurs variétés.

Section 3. — *Graminées remarquables à placer dans les corbeilles ou sur des talus.*

Observations. Les plantes que nous allons citer sont généralement peu connues des amateurs ; elles méritent cependant de trouver place dans les jardins paysagers.

201. *Briza major.* W. Sp. pl. Brize ou amourette. Lmk. Enc. France méridionale. Juin. Toutes les Brizes sont annuelles, excepté le *Briza media,* qui est commun ; mais elles sont agréables par leurs épillets, presque toujours en mouvement.

202. *Stipa pennata.* W. Sp. pl. Stipe empenné. Lmk. Enc. Fontainebleau et ailleurs. Exposition solaire. Cette jolie plante est riche et vive au bout des massifs.

203. *Paspalum distichum.* W. Sp. pl.

204. *Paspalum stoloniferum.* Id. Paspale stolonifère. Bot. cult. suppl. Semence à faire. Fin mai, août. Le *Paspalum membranaceum* est le plus ancien. Ils doivent être mis en exposition chaude.

205. *Panicum virgatum.* Mém. syst. Panic effilé. Caroline. Exposition chaude. Août-septembre.

206. *Trachenotia cynosuroïdes.* Dactyle de Virginie. Lmk. Enc. Virginie. Exposition solaire. Août.

207. *Festuca polystachia.* Pers. Syn. Fétuque fasciculée. Lmk. Enc. Amérique septentrionale. Sol substantiel et humide. Juin. C'est le gramen le plus élevé que l'on connaisse. C'est probablement celui dont les voyageurs en Amérique parlent tant. On y met le feu, comme aux Aristides, qui occupent des espaces considérables.

CHAPITRE V.

Section 1.re — *Plantes grimpantes.*

Observations. Indépendamment des arbrisseaux grimpants et qui produisent un si bon effet dans les jardins paysagers, plusieurs plantes vivaces jouissent des mêmes avantages lorsqu'elles sont placées avec intelligence. Nous en rapporterons les principales. Elles peuvent s'appliquer aux berceaux, murailles, entre-espaliers, etc.

208. *Lathyrus latifolius.* W. Sp. Gesse à feuilles larges. Lmk. Enc. France australe. Sol ordinaire. Exposition solaire. Juillet-septembre. On peut planter sur place les graines du *L. odoratus,* ou gesse odorante. Plante annuelle, très-agréable et facile à entretenir.

209. *Phaseolus multiflorus.* W. Sp. pl. Haricot multiflore. Lmk. Enc. Amérique méridionale. Exposition chaude. Tout l'été. Annuelle. Semer sur place.

210. *Tropœolum majus.* W. Sp. pl. Capucine à fleurs larges ou grande Capucine. Lmk. Enc. Le Pérou. Apportée en Europe en 1684. Exposition solaire. Août-septembre. Il y a une variété à fleurs panachées. Le *Tropœolum peregrinum* du Pérou, à fleurs d'un rouge brun, mérite d'être cultivé. Ses jeunes plantes doivent être repiquées en place.

211. *Convolvulus purpureus.* W. Sp. pl. Lmk. Enc. Amérique

méridionale. Sol substantiel. Exposition chaude. Juin-septembre Semer sur place.

212. *Trichosanthus Anguria.* W. Sp. pl. Anguine à fruits longs. Link. La Chine. Sol substantiel. Exposition chaude. Mai-juin. Élever sur la couche des melons et repiquer sur place. On observera qu'à l'exception de la première plante, toutes les autres sont annuelles ; mais elles servent d'ornement et d'effet : nous ne pouvions les omettre dans cet article.

Section 2. — *Plantes rampantes propres aux rochers, fabriques, etc.*

A. *A la base des rochers, des ruines, etc.*

213. *Vinca major.* W. Sp. pl. Pervenche à grandes fleurs. Lmk. Enc. France méridionale. Sol ordinaire, toute exposition. Mi-septembre.

214. *Vinca minor.* W. Petite pervenche. Lmk. Plusieurs variétés à fleurs doubles, purpurines, blanches et panachées. Le *Vinca herbacea* de Hongrie. Il préfère une situation ombragée.

215. *Hypericum ascyron.* W. Sp. pl. Millepertuis de Sibérie. Lmk. Enc. Sibérie. Sol ordinaire, mi-ombragé. Juillet-août.

216. *Calendula pluvialis.* W. Sp. pl. Souci des pluies. Lmk. Enc. Cap de Bonne-Espérance. Sol ordinaire. Juin-octobre. Il faut la repiquer sur place.

217. *Fragaria sinensis.* Desf. Cat. Fraisier de l'Inde. L'Inde, le Népaule. Sol ordinaire, situation solaire. Tout l'été. Non comestible. Cette plante traîne et s'attache aux voisines.

B. *Sur les toits et les murs.*

218. *Sempervivum arachnoïdeum.* W. Sp. Joubarbe arachnoïde. Link. Enc. France, Alpes. Sol léger. Exposition chaude. Juillet-août.

219. *Crassula cordata.* W. Sp. pl. Crassule à feuilles en cœur. Bot. cult. Cap de Bonne-Espérance. Terre légère. Exposition très-chaude. Mi-juillet. Couvrir ou rentrer l'hiver.

220. *Campanula pulla.* W. Sp. pl. Campanule d'Autriche. Lmk. Enc. France méridionale, Alpes et près d'Abbeville. Bot. cult. Situation mi-solaire. Juillet-août. Cette plante bisannuelle doit être renouvelée. Elle est très-jolie.

221. *Saxifraga hypnoïdes.* W. Sp. pl. Saxifrage hypnoïde. Lmk. Enc. Alpes du Dauphiné et ailleurs. Exposition mi-solaire. Mai. Gazon touffu.

222. *Saxifraga pyramidalis.* W. Des Alpes. Même exposition.

223. *Sedum telephium.* W. Sp. pl. Orpin reprise. Lmk. Enc. France, environs de Paris. Exposition solaire. Juillet-août. On appelle cette plante, en France, herbe de charpentier. Elle guérit les blessures.

224. *Lychnis Alpina.* W. Sp. pl. Lychnide des Alpes. Lmk. Enc. Montagnes du Dauphiné. Exposition mi-solaire. Avril-mai.

225. *Linaria cymbalaria.* W. Sp. pl. Muflier cymbalaire. Lmk. Enc. France et ailleurs. Exposition mi-solaire. Tout l'été. Cette plante est propre à garnir les ruines dans une exposition un peu ombragée.

226. *Fumaria aurea.* Desf. Cat. Fumetère jaune. B. J. Amérique septentrionale. Sol léger. Juin-octobre. Cette plante annuelle se sème d'elle-même sur les vieux murs. Il y a confusion dans Linné et Lamarck, entre les *Fumaria lutea, capnoïdes et aurea.*

227. *Draba pyrenaïca.* W. Sp. pl. Drave des Pyrénées. Lmk. France méridionale. Sol rocailleux, mais humide. Exposition ombragée.

228. *Erinus alpinus.* W. Sp. Érine des Alpes. Lmk. Enc. France méridionale, Alpes. Sol, terre fraîche et rocailleuse. Exposition ombragée. Juin-juillet.

229. *Aira præcox.* W. Sp. pl. Canche précoce. Lmk. Enc. Environs de Paris et ailleurs. Sol, sable humide. Exposition mi-ombragée. Juin. Cette petite plante annuelle se sème d'elle-même.

CHAPITRE VI. — Plantes aquatiques.

Observations Si les eaux embellissent les jardins paysagers, il est bon qu'elles offrent à la vue quelques plantes qui leur sont propres. Dans les eaux qui ont peu de crues, on ne trouve que trop souvent des lemmes, des Potamogétons qui se multiplient à l'excès et n'offrent aucun agrément. Nous allons exposer succinctement celles qui végètent dans l'eau et celles qui se font remarquer sur les rives des étangs. Toutes exigent peu de soins.

230. *Stratiotes aloïdes.* W. Sp. Stratiote aloïde. Lmk. Enc. La Flandre et ailleurs. Juin. Planter avec soin dans une eau tranquille.

231. *Acorus Calamus.* W. Sp. pl. Acore odorant. Lmk. Enc. Flandre et ailleurs. Juillet.

232. *Sagittaria sagittifolia.* W. Sp. pl. Sagittaire d'Europe. Lmk. Enc. Europe. Marais et fossés. Juin.

233. *Iris pseudo-Acorus.* W. Sp. Iris des marais. Lmk. Enc. Europe, bords des étangs et rivières. Juin.

234. *Nymphæa alba.* W. Sp. pl. Nénuphar blanc. Lmk. Enc. Environs de Paris. Eaux tranquilles. Les feuilles et les fleurs nagent sur l'eau, tiges attachées au fond. Juin.

235. *Menianthes trifoliata.* W. Sp. pl. Menianthe trifolié. Lmk. Enc. Sol léger. Environs de Paris et ailleurs. Juillet.

Section 2. — *Plantes riveraines.*

236. *Butomus umbellatus.* W. Sp. pl. Butome à ombelle. Lmk. Environs de Paris. Juillet. Plante d'un bel effet.

237. *Arundo donax*. W. Sp. pl. Roseau à quenouille. Lmk. Enc. France méridionale. Sol, terre profonde et humide. Août.

238. *Lythrum Salicaria*. W. Sp. pl. Salicaire commun. Lmk. Enc. Europe. Exposition solaire. Juillet-août.

239. *Senecio palustris, paludosus*. W. Sp. pl. Senécon des marais. Lmk. Enc. France. Bord des étangs et fossés.

240. *Ranunculus Ficaria*. W. Sp. pl. Renoncule ficaire. Lmk. Enc. Europe. Avril. Variété à fleurs doubles.

Observations. Outre les plantes vivaces dont nous avons présenté le tableau, il en est un plus grand nombre dont la culture concourrait à la décoration du jardin paysager, et nous engageons les amateurs à les étudier dans les jardins de botanique et dans les jardins d'ornement où elles figurent.

NOTE

SUR LE GENRE SAMOLUS,

Par M. Thém. Lestiboudois, Membre résidant.

En décrivant le genre *Lysimachia* (Botanographie Belgique, tome 2, page 194), j'ai fait voir que certaines espèces se distinguaient par la présence d'appendices interposés entre les étamines : les *L. nemorum, thyrsiflora, ciliata, Linum stellatum, etc.*, se distinguent par ce caractère des *L. vulgaris, punctata, nummularia, etc.* J'ai donné à la section qui comprend les premières le nom de *Godinella.*

Le fait que je viens de rappeler est précieux, parce qu'il donne la raison de la position des étamines des primulacées, qui se distinguent de la plupart des familles monopétalées par leurs étamines oppositives, tandis que celles-ci sont interpositives dans le plus grand nombre des cas.

La présence de ces appendices prouve, en effet, que les primulacées doivent être considérées comme ayant des fleurs diplostèmones dans lesquelles les étamines alternes avec les lobes de la corolle avortent, celles qui sont apposées à ces mêmes lobes restant seules fertiles. Les appendices que nous avons signalés sont de véritables staminodes, qui sont grandement développés dans les *Godinella ciliata,* pl. 9, fig. 3. C, C, C, C, C, et *thyrsiflora,* très-peu apparents dans les *L. nemorum et*

Linum stellatum, et tout-à-fait anéantis dans les vrais *Lysimachia*, comme les *L. vulgaris*, *punctata*, *nummularia*, *etc.*

Ainsi la position des étamines des primulacées, qui, au premier coup-d'œil, paraît contraster si fortement avec les règles de la symétrie habituelle des fleurs régulières, s'explique facilement par un simple avortement. Ce n'est plus un changement dans les rapports normaux des organes qu'il faut voir dans ces plantes, mais seulement l'oblitération plus ou moins complète de certaines parties du système staminaire.

Cette manière de concevoir la disposition des parties florales des primulacées sera certainement adoptée par les personnes qui ont l'habitude d'étudier l'arrangement symétrique des parties florales. On sera conduit à la généraliser, en remarquant que la famille des ardisiacées, la seconde famille monopétalée qui a des étamines oppositives, a en même temps, dans certains cas, des staminodes placés entre les étamines. De sorte que, dans les deux exceptions, on découvre le même fait qui sert à les expliquer. Il semble indiquer une loi générale en même temps qu'il achève de montrer l'identité des caractères des deux familles.

Le genre *Samolus*, qui a été placé à la suite des primulacées, et avec lequel quelques botanistes constituent une famille distincte, a aussi les étamines oppositives, et ce genre présente en même temps des appendices alternatifs.

Je considère ces appendices comme tout-à-fait analogues à ceux des *Godinella*, et comme étant, conséquemment, des staminodes. Ils ne peuvent être regardés comme des lobes de la corolle, car, si l'on observe une fleur du *Samolus Valerandi*, pl. 9, fig. 2, on constate qu'ils sont dans un cercle plus intérieur que les lobes véritables; lorsqu'on regarde la corolle extérieurement on voit que la substance de chaque lobe se continue avec celle des lobes voisins; les appendices ne sont pas placés dans l'incision, mais un peu plus bas et plus en-dedans.

Cependant on conserve quelques doutes parce que les appendices du *Samolus Valerandi* ne sont pas insérés au même point que les étamines; ils naissent tout-à-fait au sommet du tube de la corolle, tandis que dans les *Godinella* les étamines et les staminodes sont placés à la même hauteur.

La disposition remarquée dans le *Samolus* ne détruirait pas l'idée que l'on doit se former sur leur nature, puisque, dans bien des végétaux, dans le *Lythrum Salicaria*, par exemple, les étamines, formant deux cercles, sont insérées à des hauteurs différentes. Mais cette idée deviendra bien plus fondée, si des espèces du genre *Samolus* dévoilent elles-mêmes la nature des appendices qui alternent avec les étamines. Le *Samolus littoralis*, R. Brown, doit dissiper tous les doutes à cet égard.

Dans cette espèce, pl. 9, fig. 2, les appendices naissent aussi au haut de la corolle; mais il est évident que c'est par adhérence, puisqu'ils sont la prolongation de saillies très-apparentes qui règnent de la base jusqu'au sommet du tube de la corolle. De plus, les étamines, au lieu d'être insérées au bas du tube, lui sont adhérentes jusqu'au sommet, de manière qu'elles ne deviennent libres qu'au point où les appendices cessent d'être confondus avec la substance corollaire, par conséquent les étamines et les appendices partent du même point, comme dans les *Godinella;* seulement, au lieu de naître du bas de la corolle, ils sont insérés au sommet du tube. Mais on voit comme une progression naturelle : dans les *Godinella* le tube est très-court, les étamines et les staminodes sont insérés au bas de la corolle; dans le *Samolus Valerandi*, les étamines sont encore insérées au bas de la corolle, mais les staminodes vers le haut; dans le *S. littoralis* les staminodes et les étamines sont soudés avec la corolle, jusqu'au sommet du tube.

Nous trouvons donc une similitude parfaite entre les appendices qu'on rencontre dans la fleur des *Samolus* et ceux qui existent dans une section du genre *Lysimachia*. Au lieu donc

de dire, comme M. R. Brown, que le genre *Samolus* diffère des *Primulacées* par ses étamines stériles, il faut dire que la présence des staminodes est un caractère de plus qui le rapproche de cette famille.

Une autre conclusion plus générale que l'on peut tirer des faits que nous venons de citer, c'est que, si les étamines sont placées vis-à-vis les lobes de la corolle dans les ardisiacées et les primulacées, ce n'est pas par une exception à la loi qui préside ordinairement à l'arrangement symétrique des parties florales, c'est simplement par l'avortement des parties du système staminaire qui alternent avec les lobes de la corolle.

Ainsi est confirmée la force de l'analogie qui unit les *Samolus* aux genres de la famille des primulacées; il n'en diffère que par l'ovaire, qui est demi-infère. Cette position semble devoir servir de moyen d'union entre l'hypocorollie et la péricorollie, laquelle a des familles caractérisées par l'ovaire infère.

Explication des figures.

Samolus valerandi.

Fig. 1.re Une tige garnie de feuilles, de fleurs, de fruits.

Fig. 2. Une corolle (grossie), ouverte et étalée, à 5 lobes émarginés, portant un peu au-dessus de la base 5 étamines oppositives *aaaaa*, presque au haut du tube; les anthères sont cordiformes, à connectif large, basifixes; celles des *Lysimachia* sont aussi basifixes, mais elles sont fortement échancrées, de manière que quelquefois elles paraissent vacillantes; au haut du tube sont insérés 5 staminodes, *bbbbb*.

Fig. 3. Un fruit (grandeur doublée) fendu verticalement; infère; A, tube du calice; B, style; CC, disque placé à la commissure de l'ovaire et du calice; D, trophosperme globuleux, attaché au fond de la loge par un rétrécissement, portant à son contour un grand nombre de graines nichées dans sa substance.

Samolus littoralis. R. Brown. (Exposition de Lille, 1836.)

Fig. 1. Rameau de grandeur naturelle.

Fig. 2. Corolle (grossie) ouverte pour laisser voir les étamines et les appendices stériles.

Lysimachia ciliata.

Fig. 1. Un rameau axillaire ; pétioles ciliés ; fleurs portées sur des pédoncules grêles, disposés au sommet des rameaux en une sorte de sertule garni de feuilles : lorsque le rameau est alongé, il y a des fleurs axillaires et des sertules terminaux ; boutons penchés.

Fig. 2. Une fleur avant le parfait épanouissement; AAAAA, divisions du calice; BBBBB, divisions de la corolle ; elles sont repliées en-dedans et enveloppent chacune une étamine ; la division supérieure commence à s'étaler et laisse voir l'étamine qu'elle enveloppe ; entre les bases des étamines sont des appendices subulés, glanduleux, qui s'appliquent sur l'ovaire (staminodes) ; au milieu d'eux sort le style.

Fig. 3. Une corolle (grandie) épanouie; AAAAA divisions profondes, élargies, glanduleuses à la base et comme érodées et mucronées au sommet ; elles sont moins profondes qu'elles ne paraissent parcequ'à leur base on voit entre elles une petite portion membraneuse transparente. BBB étamines oppositives, extrorses, insérées à la base de la corolle, incumbentes ; entre leur base on voit les staminodes CCCCC, infléchis, glanduleux.

Fig. 4. Une étamine (quadruplée) vue par la face externe ; filet glanduleux; anthère échancrée à la base, attachée par le bas de la face interne ; loges s'ouvrant en-dehors par une fente longitudinale qui ne reste béante qu'au sommet.

Fig. 5. Un calice (quadruplé) portant le fruit, fendu verticalement. Le pédoncule est épaissi au sommet ; cet épaississement explique peut-être l'adhérence de l'ovaire dans le *Samolus ;* en effet on conçoit facilement que l'ovaire puisse s'enfoncer dans le pédoncule épaissi.

NOTE

SUR DEUX GRAMINÉES FRANÇAISES,

Avena sempervirens VILL. et *Avena montana* VILL.,

Par A. MUTEL, capitaine d'artillerie, auteur de la Flore du Dauphiné et de la Flore Française, membre correspondant.

L'excellente Histoire des Plantes du Dauphiné, par notre grand VILLARS, a signalé une foule de plantes nouvelles, totalement inconnues aux botanistes qui l'avaient précédé. Bon nombre de ces espèces ont été malheureusement confondues ou rapportées à d'autres bien différentes, par MM. DECANDOLLE et LOISELEUR, ainsi que par les divers auteurs, qui, n'ayant pas assez médité l'ouvrage d'un botaniste aussi consommé, n'ont pas eu l'occasion de vérifier ses plantes dans ses localités, ni de consulter ses notes ou ses collections. Aussi, ma Flore du Dauphiné, publiée en 1830, put établir un grand nombre de rectifications que cette double vérification m'avait mis à même de faire. Mais comme les Flores locales ou partielles se répandent difficilement à l'étranger, ou n'y sont pas assez consultées, les célèbres floristes de l'Allemagne, induits en erreur par les anciennes Flores françaises, ont continué de citer à faux plusieurs plantes de VILLARS. Je ne parle pas de l'opinion des auteurs français sur mes rectifications; car depuis 1828 ma *Flore Française destinée aux herborisations* est le seul ouvrage qui ait été publié sur les plantes de notre beau pays.

Parmi les plantes de VILLARS confondues ou embrouillées,

la plus inconnue est sans contredit son *Avena sempervirens*, quoiqu'on trouve une plante de ce nom dans tous les auteurs qui prennent pour elle son *Avena montana*, dont en revanche personne ne fait mention. Passons en revue sous ce rapport les principaux floristes de France et d'Allemagne.

M. Decandolle donne, dans la troisième édition de la Flore Française (tome III, page 35), une plante sous le nom d'*Avena sempervirens*, et dans son *Synopsis* (page 126), ainsi que dans sa Flore (tome III, page 719), une plante sous le nom d'*Avena sedenensis*. Il ajoute, dans le Supplément de sa Flore (tome VI, page 260), que l'*Avena Sedenensis* a peut-être été confondu par Villars même avec l'*Avena sempervirens*, et les distingue par la languette des feuilles, sur laquelle je reviendrai plus tard. Or, ces deux plantes ne forment identiquement qu'une seule espèce, *Avena montana* Vill., et l'*Avena sempervirens* Vill. ne peut se confondre avec quoi que ce soit dès qu'on l'a vu une seule fois.

Lapeyrouse, dans sa Flore des Pyrénées (page 50), décrit aussi l'*Avena montana* Vill. sous le nom d'*Avena sempervirens ;* mais comme il a vu la plante vivante dans un grand nombre de localités, Canigou, Val d'Eynes, Pics de Lhiéris, du Midi, d'Eyré, etc., il a grand soin, en citant la phrase de Villars, d'en retrancher l'épithète *involutis*, attribuée aux feuilles ; car sa plante a les feuilles fraîches planes, comme le dit Villars de son *Avena montana* (page 151), *foliis planis*.

MM. Decandolle et Duby décrivent encore, dans le *Botanicon Gallicum* (page 513), la même plante, une fois sous le nom d'*Avena sempervirens*, et une autre fois sous le nom d'*Avena Sedenensis*, attribuant à l'un des feuilles presque enroulées, et à l'autre des feuilles enroulées ; les feuilles de l'*Avena montana*, planes étant fraîches, s'enroulent plus ou moins étant flétries ou desséchées, et je pense que ces messieurs n'ont vu, ou du moins décrit, que des échantillons secs.

M. Loiseleur, dans la deuxième édition de son *Flora gallica* (page 64), donne toujours la même plante sous le nom d'*Avena sempervirens*, mais a soin de réunir en variété l'*Avena Sedenensis* Dc., qui réellement ne diffère pas. Il cite, outre les Pyrénées et les Alpes du Dauphiné, la localité du mont Ventoux, et ses échantillons, conformes à ceux que M. Requien m'a donnés du même endroit sous le nom d'*Avena sempervirens*, sont évidemment l'*Avena montana* Vill.

M. Reichenbach, dans sa Flore d'Allemagne (tome I, page 51, le 1830), donne aussi la même plante sous le nom d'*Avena sempervirens*, et, décrivant rigoureusement la plante sèche qu'il a sous les yeux, lui assigne, entre autres caractères : *Spiculis subquadrifloris, flosculis duobus aut tribus aristatis, foliis rigidulis, radicalibus convolutis.* Puis il rapporte avec raison en synonyme l'*Avena Sedenensis* Dc., ainsi que l'*Arundo Sedenensis* Lois. (éd. I).

Enfin ma Flore du Dauphiné (1830) établit les vrais caractères des deux plantes en question, *Avena sempervirens* et *Avena montana* Vill., de manière à ne pouvoir s'y méprendre, les feuilles les faisant distinguer tout d'abord.

Depuis, M. Kunth (Agrostogr., page 201) continue à décrire, comme ses prédécesseurs, l'*Avena montana* Vill. sous le nom d'*Avena sempervirens* Vill. et Dc., ayant soin d'ajouter en synonyme l'*Avena Sedenensis* Dc. avec l'*Arundo Sedenensis* Lois. (éd. I). Je remarquerai à cette occasion qu'il est à déplorer qu'un botaniste aussi distingué que M. Kunth ait publié en 1833 une Agrostographie générale, sans s'être procuré le *Botanicum gallicum*, ni la deuxième édition du *Flora gallica*, tous deux de 1828 ; ce qui fait une lacune fâcheuse dans son ouvrage.

Je n'ajoute pas ici ma Flore du Dauphiné, les Flores locales étant, comme je l'ai dit plus haut, peu répandues ou peu consultées à l'étranger.

M. Chaubard donne aussi, dans la Botanique de Morée (1833),

l'*Avena montana* Vill. sous le nom d'*Avena sempervirens*. Sa description rigoureuse ne laisse aucun doute ; on y trouve en effet : *Spiculis 3-4-floris, flosculis omnibus aristatis, folio demùm convoluto.* Au reste, j'ai vu depuis sa plante dans son herbier, et l'ai averti de sa méprise, en ajoutant de grands détails tant de vive voix que par écrit, ce qui ne l'a pas empêché d'y persister dans sa réimpression actuelle de la Botanique de Morée en format in-folio. Je sais bien que les botanistes n'aiment pas à revenir de leurs opinions ni à reconnaître qu'ils se sont trompés ; mais ici j'ai vu avec peine un botaniste aussi érudit s'obstiner contre l'évidence avec une opiniâtreté qui n'est réellement pas raisonnable.

M. Reichenbach a donné, en 1835, toutes les graminées de sa Flore dans la onzième centurie de sa belle Iconographie botanique. La figure 1701 (édition coloriée) représente parfaitement l'*Avena montana* Vill., sous le nom d'*Avena sempervirens*. Enfin le célèbre M. Koch, dans la deuxième partie de son *Synopsis*, décrit également sous le même nom (page 796) l'*Avena montana* Vill., en citant la figure 1701 de M. Reichenbach, et ajoutant l'*Avena Sedenensis* Dc. en variété. La deuxième partie du *Synopsis* de M. Koch, qui est de la fin de 1837, a été précédée par le quatrième volume de ma Flore française (mars 1837), où j'ai décrit comparativement les *Avena montana* et *sempervirens* Vill, figurés en outre de grandeur naturelle dans mes planches.

J'espère que cet ouvrage se répandra plus à l'étranger que ma Flore locale du Dauphiné, et mettra enfin un terme aux citations erronées des plantes de Villars. Mais je regrette vivement que M. Koch, qui cependant connaissait ma Flore locale, citée une fois dans la deuxième partie de son *Synopsis*, n'ait pas adopté mes articles *Avena sempervirens* et *montana* Vill. (page 486), ce qui lui eût fait éviter une grave erreur, probablement causée par la grossière figure de Villars (tab. 5, fig. 2),

et surtout par le detail de l'épillet, rectifié plus tard par lui-même. Mes descriptions, quoique faites par un commençant, offraient néanmoins des caractères bien faciles à saisir et suffisants pour écarter toute méprise. Mon avertissement portait en outre que j'avais comparé mes plantes avec celles de l'Herbier de Villars déposé à la bibliothèque de Grenoble, et, pour les deux plantes en question, j'annonçais les avoir récoltées moi-même dans plusieurs localités, notamment dans celles indiquées par Villars. Voici, au reste, mes deux descriptions de la Flore du Dauphiné :

1. *Avena sempervirens* Vill. — Chaumes de 3—4 pieds, feuilles glauques, cendrées, les radicales gazonnantes, longues de 12—18 pouces, étroites, enroulées, striées en dedans, raides, aiguës; celles du chaume 2—3, presque planes, plus courtes; languette très-courte et orifice de la gaine poilus; épillets presque à trois fleurs sur un axe velu, entourées de poils à la base, l'inférieure seulement munie d'une arête. — Fleurs verdâtres, panachées de pourpre, en panicule lâche, un peu penchée (juillet-août). — Montagnes calcaires; Col du Dévoluy, près le Noyer; mont Aurouse, près Gap; Col de Menée, près Die; le Champsaur, etc. (Vill., Mut.).

Observation. J'ai récolté plus de deux cents échantillons de cette espèce, assez commune dans le Champsaur, et que je n'ai pas vue autour de Grenoble. Chaque épillet a deux fleurs, plus une avortée; l'inférieure seulement porte au milieu du dos une arête une fois plus épaisse que dans l'*Avena elatior*, genouillée à angle droit un peu au-dessus du sommet de la valve, et se prolongeant environ cinq lignes au-delà. J'ai vu très-rarement un commencement d'arête sur l'autre fleur, et seulement sur quelques épillets deux arêtes qui, au reste, étaient fort inégales. La valve extérieure est parsemée de très-petits points qui la rendent rude au toucher.

2. *Avena montana* Vill. (*Avena Sedenensis* Dc.) — Chaumes de 12—20 pouces; feuilles vertes, les radicales gazonnantes, longues de 4—8 pouces, étroites, planes étant fraiches, plus ou moins enroulées étant desséchées; celles du chaume 1—3, très-courtes; languette courte, tronquée, ciliée; pédicelles géminés ou ternés; épillets ordinairement à trois fleurs sur un axe velu, entourées de poils à la base, les deux inférieures munies d'une arête. — Fleurs verdâtres, panachées de pourpre, en panicule un peu penchée (juin-juillet). — Prairies des montagnes; Grande-Chartreuse, Saint-Nizier, la Pra et Colon au-dessus de Revel, la Moucherolle, Lautaret, mont Vizo, etc. (Vill. Mut.).

Observation. Les feuilles radicales sont glabres ou ordinairement hérissées de quelques poils, principalement sur la gaine. Les épillets naissent 2—4 ensemble, tous pédicellés, ou quelquefois un sessile; ils ont ordinairement trois fleurs et souvent le rudiment d'une quatrième; mais la troisième est moins formée que les deux inférieures, et son arête est très-courte ou avortée. Les arêtes sont très-grêles. Cette espèce est très-distincte de la précédente; les feuilles les font reconnaître au premier coup-d'œil.

On voit, d'après les caractères exposés, qu'il était bien facile d'éviter toute méprise sur les deux plantes en question. Mais je dois ici faire connaître une petite aventure qui m'arriva un an après la publication de ma Flore du Dauphiné, et qui me procura de nouveaux renseignements très-précieux sur les plantes de Villars. Dans l'été de 1831, ma famille se trouvant à notre campagne de Beauregard à une lieue de Grenoble, j'étais obligé de rester seul en ville à cause de mon service actif à l'arsenal. J'allais dîner chez le traiteur, et je déjeûnais chez moi ordinairement d'un pâté. Un jour en déjeûnant, je m'aperçus que l'enveloppe de mon pâté, restée sur la table, était un feuillet de l'Histoire des plantes du Dauphiné de Villars; ce feuillet était annoté en marge par une écriture que

je reconnus à l'instant pour celle de Villars rendue tremblante par l'âge vers la fin de sa carrière. Je courus bien vite chez la marchande lui demander si elle avait encore beaucoup de feuillets du même ouvrage, et sur sa réponse affirmative, je les lui échangeai contre plusieurs mains de papier gris. C'est ainsi qu'un heureux hasard me mit en possession des dernières corrections de notre grand Villars. Or la page de l'*Avena sempervirens* porte l'addition *sub* avant *trifloris* de sa phrase, et, après le mot *lanatis*, l'addition décisive *unico aristato !*

En outre la même page contient en marge de la phrase deux épis figurés l'un simplement à 2 fleurs, l'autre à 2 fleurs avec le rudiment d'une 3.e, mais les deux épillets n'offrent également qu'une seule arête. La phrase de Villars modifiée par lui-même est donc celle-ci : *Avena paniculata, calicibus subtrifloris hermaphroditis basi lanatis unico aristato, foliis rigidis, acutis, involutis, sempervirentibus.*

Est-ce là maintenant l'*Avena sempervirens* décrit par les auteurs. Mais indépendamment de ces corrections, qu'ils n'ont pu connaître, comment faire cadrer leur plante avec l'excellente description que donne Villars de son *Avena sempervirens ?* Ont-ils jamais vu la leur former des gazons solides, proéminents, épais d'un pied, ses tiges hautes de 3 — 4 pieds, ses feuilles un peu cendrées, droites, raides, longues d'un pied, roulées sur la face supérieure, et d'une dureté si considérable, que, pour peu qu'elles glissent, elles blessent la main de celui qui les tient, plutôt que de se casser, etc., etc. ? Leur plante a-t-elle le moindre rapport avec l'*Avena elatior* auquel Villars commence par dire que la sienne ressemble pour la grandeur du chaume et de la panicule, etc., etc. ? Si les auteurs avaient médité cette excellente description, exacte en tous points, et surtout s'ils avaient eux-mêmes récolté sur pied la plante qu'ils ont décrite, ils auraient certainement vu que ce n'était pas celle de Villars.

Passons à l'*Avena montana* Vill., placé par l'auteur à la fin du genre et après l'*Avena pratensis v.*. Villars caractérise ainsi sa plante : *Avena foliis planis subhirsutis, rigidis, paniculo erecto, spiculis pedunculatis subtrifloris.*

Je remarque d'abord que Villars n'a pas eu l'intention de différencier, par cette phrase, l'*Avena montana* de l'*Avena sempervirens* placé bien plus haut dans les espèces du genre, et avec lequel il ne pouvait jamais s'imaginer que l'on irait confondre son *Avena montana*. Mais il a cherché à la faire distinguer, comme il le dit lui-même, de l'*Avena pubescens* et surtout des *Avena bromoides* et *pratensis*, auxquels il compare la plante actuelle, ajoutant qu'elle diffère de l'*Avena pubescens*, par sa racine vivace, par ses feuilles beaucoup plus longues, plus pointues, plus raides, et des deux autres par ses feuilles velues, plus longues, plus raides, par ses panicules plus écartées, mais s'en rapprochant davantage par la racine, la couleur et la consistance des feuilles.

Villars ne pouvait croire qu'une plante aussi commune dans tout le Dauphiné eût échappé à ses prédécesseurs, ce qui l'embarrassait beaucoup. Il existe ici au premier abord une difficulté, parce que Villars dit les feuilles presque hérissées (*subhirsutis*), et qu'elles sont au contraire *la plupart* glabres, comme le dit en effet M. Decandolle de son *Avena Sedenensis*, qui est la même plante. Mais j'ai rencontré bon nombre d'échantillons ayant les feuilles poilues sur le bord, et j'en ai remarqué plusieurs dont les gaînes sont tout-à-fait pubescentes ou hérissées, comme je l'ai figuré dans un détail à part. (Fl. fr. t. 81. f. 598. *c.*) D'ailleurs Villars a trouvé lui-même cette plante à feuilles presque glabres, car dans son premier volume, à l'article des herborisations de la Grande-Chartreuse, p. 286, il caractérise très-bien son *Avena montana* ainsi qu'il suit : *2-pedalis, folia scabra, glauca, striata, acuta,* vix pilosa, *rigida; paniculo magno, spiculis purpureo-lucentibus trifloris.* Dès-lors

disparaît la seule difficulté des feuilles poilues, puisque Villars les dit lui-même *vix pilosa;* au reste les fleurs offrent souvent au bord quelques poils épars, caducs, se rencontrant très-rarement en herbier. Elles ne deviennent d'ailleurs un peu glauques qu'en séchant sur pied. La même page 286 du tome I porte (ligne 4 en remontant) : *certè est Avena pubescens* L.; mais sur l'exemplaire corrigé dont j'ai parlé plus haut, Villars a effacé en entier cette ligne de sa main et a marqué en marge le signe *d* (*deleatur*). Il a également ajouté un *e* en marge pour compléter son *purpuro-lucentibus*. Enfin Villars dit à l'article des localités « Cette plante vient dans toutes les prairies de » nos montagnes, même parmi les plaines, le long des torrents » et parmi les pâturages secs. » C'est en effet l'avoine la plus commune en Dauphiné et l'on ne peut aller sur une montagne sans la rencontrer. Je l'ai récoltée en particulier dans les localités de la Grande-Chartreuse et de la Mure, qu'il indique tome II, page 151, dans celles du Sapey et de la Moucherolle, qu'il indique tome I, page 268, etc., et je l'ai vue dans son herbier en très-bon état, venant de ces mêmes localités.

Voici, pour terminer, la description détaillée de ces deux plantes insérée dans ma Flore Française, tome VI, pages 60 et 61.

1. *Avena sempervirens* (Vill. t. 5. f. 2. Mut. Dauph., p. 486 avec obs., et Fl. Franç. t. 82. f. 599. Non Dc. non Bot. Gall. non Lois. non Reichenb. non Kunth. non Chaub. Bot. Mor. non Kock nec alii Auct.)

Racine à fibres nombreuses, grosses, cotonneuses; chaumes 4 — 6, de 3 — 4 pieds (!), ordinairement genouillés 1 — 2 fois à la base; feuilles très-glauques-cendrées (!), les radicales très-gazonnantes, très-tenaces, longues de 12 — 18 pouces (!), très-étroites, à peine larges de $\frac{1}{4}$ lig., toujours enroulées filiformes (!), striées en-dedans, raides, aiguës, dressées, rarement arquées ou contournées, alors plus courtes, ordinaire-

ment brièvement pubescentes sur les gaînes, celles du chaume 2 — 3, presque planes, plus courtes, étalées, à languette très-courte, ciliée; gaînes poilues à l'orifice, jamais en-dehors sous la languette; panicule lâche, presque droite, à rameaux ternés ou quaternés; épillets pédicellés, à deux fleurs et le rudiment d'une 3.e, l'inférieure seulement munie d'une arête. — Plante formant des gazons compactes, tenaces, épais de 1 pied et entremêlés de longues écailles ciliées. Espèce très-distincte, ne se confondant avec aucune autre quand on l'a vue une seule fois. Dans 200 échantillons, j'ai observé seulement sur très-peu d'épillets un commencement d'arête à la deuxième fleur, comme l'a remarqué Villars dans ses additions, ayant corrigé : 1.° sa phrase en la modifiant ainsi « *calicibus subtrifloris hermaphro-* » *ditis basi lanatis unico aristato !* » 2.° sa figure, où il n'exprime plus qu'une arête; 3.° son observation, où il dit « *son* arête est bien plus forte, etc. » Elle est plus longue et plus épaisse que dans l'*Avena montana*, et que dans l'*A. elatior*, auquel Villars compare sa plante pour la grandeur du chaume. — Bractées presque égales; sépales bifides, presque égaux, longs de 5 — 5 ½ lig. dans la fleur inférieure, de 3 — 3 ½ lig. dans la deuxième, de 1 ½ lig. dans la troisième; sépale inférieur rude, à 5 nervures; pistil presque long de 2 lig.; écailles lancéolées - en alêne, n'atteignant pas le milieu des stigmates; anthères de 2 ½ lig., d'un pourpre violet. — Fleurs panachées de vert, de jaunâtre, et un peu de pourpre violet surtout à cause des anthères (juillet-août) — Dauphiné, montagnes calcaires du Gapençais et du Champsaur, m.ts Aurouse près Gap, Col du Dévoluy près le Noyer, Col de Menée près Die (Vill., Mut.).

Observation. La plante indiquée au mont Ventoux par M. Loiseleur sous le nom d'*Avena sempervirens* est, d'après les échantillons de M. Requien, l'*Avena montana* Vill.; il en est de même des nombreux échantillons de diverses localités du midi conservés dans le riche herbier de M. Gay, qui n'a pas

un brin du véritable *Avena sempervirens* Vill. Je suis très-certain de ne pas me tromper sur cette plante très-rare et connue seulement de quatre ou cinq personnes, l'ayant récoltée avec abondance sur les pentes arides des montagnes du Gapençais et du Champsaur *(campus aureus)* où Villars l'indique, notamment au Col du Noyer dominant le village du même nom, patrie de Villars ! En outre je l'ai vue en très-bon état dans son herbier ; enfin, c'est la seule plante qui réponde à son excellente description.

2. *Avena montana* (Vill. et Herb. ! Mut. Dauph. et Fl. Fr. t. 81. f. 598. *A. sempervirens* et *A. Sendensis* Dc. Fl. Fr. 3. pages 35 et 719. Sup.t page 260, et Bot. Gall. page 513. *A. sempervirens* Lois. Ed. 2., et *b. Sedenensis. A. sempervirens.* Host. 3. t. 41. Lapeyr. Chaub. Bot. Mor. Kunth. Agrost. Reich. Fl. Exc. et Cent. II. f. 1701. Koch. Synops. Non Vill.)

Racine à fibres assez fines, pubescentes ; chaumes 3 — 4, de 12 — 18 pouces (!), un peu coudés à la base ; feuilles vertes, les radicales gazonnantes, longues de 3 — 9 pouces, ordinairement larges de 1 ligne, presque horizontales ou demi-étalées, pointues, un peu raides, la plupart glabres (Dc. !), rudes au bord, fraîches planes (!), à la fin plus ou moins pliées ou enroulées ; languette très-courte, tronquée, ciliée, presque toujours poilue latéralement à l'orifice des gaînes qui sont souvent brièvement hérissées et munies d'une ligne de poils en dehors sous la languette ; feuilles du chaume 1 — 3, plus courtes, à gaînes ordinairement glabres, panicule un peu penchée, à rameaux géminés, rarement ternés, chacun à 2 — 4 épillets pédicellés ou rarement 1 sessile ; épillets à 3 fleurs munies d'arêtes, et ordinairement le rudiment d'une quatrième, quelquefois aussi munie d'une très-petite arête, axe poilu.

Feuilles radicales en gazons médiocres, assez lâches, entremêlés de quelques écailles ciliées ; bractées presque égales ; sépales bifides, presque égaux, longs de 4 $\frac{1}{2}$ lig. dans la fleur

inférieure, de 4 lig. dans la deuxième, de 3 lig. dans la troisième, et de 1 ½ lig. dans la quatrième; sépale inférieur à 5 — 7 nervures; pistil long de 1 ½ lig.; écailles lancéolées en alêne, atteignant la moitié des stigmates; anthères jaunes, longues de 2 lig. — Fleurs panachées de vert, de blanc et de pourpre foncé, séchées sur pied d'un vert pâle ou jaunâtre juin-juillet. — Très-commun dans toutes les montagnes du Dauphiné, même dans les plaines, le long des torrents et dans les pâturages secs; St.-Nizier près Grenoble, Col de l'Arc, la Moucherolle, Grande-Chartreuse, la Pra et Colon au-dessus de Revel, Mont-de-Lans, Lautaret, mont Vizo, mont Aurouse près Gap, etc. (Mut.); mont Ventoux (Requien, sous le nom d'*Avena sempervirens*); montagnes d'Auvergne; Pyrénées, tour de Mir de Prats de Mollo, Canigou, Val d'Eynes, pics de Lhiéris, du Midi et d'Eyré, etc. (Lap.); Laurenti, Mont-Calm, Vénasque, etc. (Dc); etc.

Observation. Il existe ici au premier abord une difficulté parce que Villars dit les feuilles presque hérissées, et que celles-ci ont presque toujours le limbe glabre. Mais les gaînes inférieures sont souvent brièvement hérissées ou pubescentes dans toute leur longueur, et presque toujours assez longuement poilues en-dehors à la base des feuilles. Aussi M. Decandolle dit, avec raison, la plupart des feuilles glabres, dans sa description de l'*Avena Sedenensis*. Tout le reste se rapporte très-bien à la description de Villars. Cette avoine, la plus commune de toutes sur les montagnes du Dauphiné, n'a pu lui échapper, et si ce n'est pas son *Avena montana*, alors comment l'a-t-il nommée ? Enfin ce qui tranche définitivement la question, c'est qu'elle se trouve en très-bon état sous ce nom dans son herbier.

Il faut ajouter à cette observation que Villars a très-bien caractérisé sa plante dans son premier volume, page 486, à l'article des herborisations de la Grande-Chartreuse, en disant les feuilles *à peine poilues*, ce qui fait évanouir la seule diffi-

culté signalée plus haut, très-médiocre du reste devant une telle masse de preuves.

On trouvera peut-être cette note trop longue pour deux espèces, mais lorsqu'il s'agit d'établir définitivement la vérité, en contredisant l'opinion unanime des plus célèbres botanistes, on ne doit négliger aucune circonstance, et ne pas craindre de se répéter, ni d'accumuler les preuves.

NOTE

SUR L'AVENA LONGIFOLIA THORE,

Par M. A. Mutel, membre correspondant.

Thore, dans sa *Promenade des Landes* (page 92), a fait connaître une nouvelle espèce sous le nom d'*Avena longifolia*. Je ne connais pas la date de ce petit ouvrage, que je n'ai pu me procurer, mais qui, étant cité dans la Flore Agénaise, par M. de St.-Amans, de 1821, se trouve certainement bien antérieure au *Botanicon Gallicum* par MM. Decandolle et Duby, lequel est de 1828. Or, ces Messieurs y donnent une autre espèce inédite de M. Requien, sous le nom d'*Avena longifolia* et changent le nom de la plante de Thore en celui d'*Avena Thorei*. Ce changement me paraît tout-à-fait inadmissible, une espèce ne prenant date que de l'époque de sa publication. Aussi, dans ma Flore Française, je me suis opposé de tout mon pouvoir à ces innovations dangereuses, et j'ai partout conservé scrupuleusement les noms linnéens ou, à défaut, les plus anciens, indépendamment de toute autorité. J'ai donc proposé le nom d'*Avena Requienii* pour l'espèce de M. Requien, et décrit la plante des Landes sous le nom déjà connu d'*Avena longifolia* Thore. L'extrême obligeance de notre savant collègue De Brébisson, à qui je suis redevable d'une foule de belles plantes bien préparées, m'a mis à même de figurer et de décrire avec

détails cette dernière espèce, récoltée près de Vire, en Normandie, où elle est rare.

Avena longifolia (Thore Prom. Land. page 92. St.-Am. Fl. Agen. Reich. Fl. Germ. et Cent. 12. f. 1707. Mut. Fl. Fr. t. 83. f. 600. *A. Thorei* Dc et Duby.) Racine oblique ou rampante; chaumes de 2 — 4 pieds, à 3 — 4 nœuds; feuilles inférieures longues de 1 — 2 pieds, larges de 1 $\frac{1}{2}$ lig., planes, rudes, enroulées par la dessiccation, couvertes, ainsi que les gaînes et les nœuds, de poils blancs, mous, réfléchis; feuille supérieure très-courte; languette de 1 lig., souvent déchirée, ciliée; panicule dressée, resserrée, longue de 4 pouces, à peine large de 4 — 5 lig.; épillets courts, à 2 fleurs hermaphrodites et un rudiment presque rond, pédicellé; la fleur inférieure émettant seule, au-dessus du milieu, une courte arête; bractées inégales, la supérieure plus grande égalant les fleurs; sépale inférieur de la première fleur entier ou brièvement acuminé-bifide, poilu sur toute sa surface. — Bractée supérieure de 2 $\frac{1}{2}$ lig., l'inférieure de 1 3/4 lig., embrassante; ovaire pourvu dans chaque fleur de stigmates s'élevant jusqu'aux $\frac{2}{3}$ du sépale supérieur; écailles lancéolées acuminées, dépassant le milieu des stigmates. — Fleurs d'un vert pâle, petites (juin-juillet). — Bruyères et coteaux secs, près Dax (Thore); Linx et la Teste (Endre), au pont de Gorre, entre Durance et Barboste (St.-Amans); Vire, R. (De Brébisson).

Observation. Il est probable que M. Kunth ne connaît pas cette plante, la plaçant dans les espèces douteuses du genre *Avena*. Elle a quelque rapport avec l'*Avena elatior* par sa panicule et ses épillets petits à une arête, mais ne peut néanmoins être mise dans la même section, qui forme le genre *Arrhenoterum* de Palisot de Beauvios, adopté par la plupart des auteurs, chaque fleur de l'épillet ayant un pistil complet et bien conformé.

NOTE

SUR UNE VARIÉTÉ REMARQUABLE DU KŒLERIA PHLEOIDES,

Par A. Mutel, membre correspondant.

Je récoltai en 1825, sur les bords du Drac, près de Grenoble, une plante dont la détermination m'embarrassa bien long-temps. Comme il y avait à peine deux ans que je m'occupais de botanique, ne pouvant la reconnaître, je m'empressai de l'envoyer à M. Roffavier, de Lyon, avec prière de la soumettre au professeur Balbis, connu par sa facilité pour nommer les plantes. Ce savant commença par écrire sur l'étiquette *Arundo speciosa,* et l'ayant ensuite effacé, il ajouta : « Je ne la reconnais pas. » Les botanistes de la capitale que je consultai deux ou trois ans après sur cette plante ne purent absolument rien m'en dire. Revenu à Grenoble en 1829, je me décidai, dans ma Flore du Dauphiné (page 496), à la mettre en variété au *Kœleria phleoides,* dont elle me parut pouvoir être une grande forme. Mon opinion s'étant confirmée depuis, j'en ai fait de même dans ma Flore Française (tome iv, page 84), où j'ai décrit avec détails cette plante remarquable, dont bien d'autres floristes n'auraient pas hésité à faire une espèce, peut-être avec raison. Voici la description du *Kœleria phleoides* et de cette variété figurée dans mes planches de grandeur naturelle (tab. 83. fig. 601).

Kœleria phleoides (Pers. Dc. et Dub. Bot. Gall. Lois. Mut.

Dauph. Kunth. Agrost. (tab. 28, fig. 1). *Festuca phleoides* Vill. (tab. 2, fig. 7.) Desf. Atl. (tab. 23) *Trisetum phleoides* Trin. *Poa phleoides* Lam. *Lophochloa phleoides* Reich. (cent. II, fig. 1581.) *Festuca Gerardi* Vill. (tome I, pag. 249 et 254. *Festuca cristata* L. *Kœleria cristata* Bertol. *Bromus trivialis* Savi. *Bromus alopecuroides* Lagasc. — Chaumes de 6—8 pouces, souvent rameux à la base; feuilles planes, larges de 1—2 lig., velues surtout en-dessous et à la base, ainsi que les gaînes; languette de $\frac{1}{2}$ lig., tronquée, lacérée; thyrse cylindrique, en forme d'épi inégal et lobé à la base; épillets à 2—6 fleurs; bractées inégales, acuminées, l'inférieure de 1 ligne, en alêne; la supérieure de 1 lig. $\frac{1}{2}$, oblongue, à trois nervures; sépales inégaux, l'inférieur long de 1 ligne; elliptique-oblong, comprimé-concave, obtus et poilu sur le dos, rude et caréné dans le haut, à deux dents au sommet, à cinq nervures celle du milieu prolongée en arête droite, rude, trois fois aussi courte que le sépale et atteignant le sommet de la grande bractée; le supérieur long de $\frac{3}{4}$ lig., plus court que l'inférieur de $\frac{1}{4}$, membraneux, à deux carènes, longuement acuminé-bifide. = *b.* Chaumes 5—6, de 18 pouces, très-feuillés; feuilles grandes, larges de 4 lig., du reste les mêmes que dans le type, ainsi que les languettes; thyrse de 4 p. $\frac{1}{2}$, lobé presque jusqu'en haut, étroitement engaîné de 1 p. $\frac{1}{2}$ à la base; épillets uniflores, pubescents, à bractées inégales; l'inférieure de 1 lig. $\frac{1}{4}$, en alêne, plus courte de $\frac{1}{3}$ que la supérieure, lancéolée, longue de 1 lig. $\frac{3}{4}$, à trois nervures; sépales inégaux, l'inférieur long de de 1 lig. $\frac{1}{2}$, à deux dents, un peu plus court que la grande bractée, à cinq nervures, celle du milieu prolongée en courte arête, le supérieur plus court de $\frac{1}{3}$, acuminé-bifide, muni sous le sommet d'une arête assez longue, atteignant le sommet de la plus grande bractée : *Luxurians* Mut. Fl. Fr. (tab. 83, fig. 601.) *Kœleria phleoides. b.* Mut. Fl. Dauphiné. — Cette variété remarquable ne diffère guère du type, outre le développe-

ment de ses parties, que par les épillets uniflores, et les sépales tous deux pourvus d'arêtes. — Fleurs d'un vert blanchâtre, argenté dans la variété *b* (mai-juillet). — Lieux secs du Midi, depuis les Pyrénées jusqu'à Grenoble et Lyon; var. *b*, bords du Drac, près Grenoble. (Mut.)

MÉDECINE.

RELATION DE PLUSIEURS CAS D'HYDROPHOBIE

ET

RÉFLEXIONS SUR CETTE MALADIE,

Par M. L. Demeunynck, docteur en médecine, à Bourbourg (Nord), membre correspondant.

26 juillet 1837.

Le canton de Bourbourg (arrondissement de Dunkerque) vient d'être témoin de plusieurs cas de rage communiquée. Dès le commencement de l'année dernière, on parla, mais vaguement, de chiens enragés; dans le courant des mois d'avril et de mai ces bruits prirent plus de consistance, et dans les campagnes voisines de la ville de Bourbourg et dans Bourbourg même, un grand nombre de chiens, présumés atteints de la rage ou ayant été mordus par des chiens suspects, furent tués. A la même époque, d'autres animaux, et notamment des chevaux, des bœufs et des porcs, durent être abattus, parce que, peu de temps après avoir été mordus, ils présentèrent tous les symptômes de la rage bien caractérisée. Pas de doute donc que dans le nombre, exagéré toutefois, des chiens qu'on avait dits enragés il ne s'en fût trouvé plusieurs en proie à cette horrible maladie. L'été se passa, et les mêmes bruits, accueillis par les uns avec une crédulité aveugle, traités par les autres comme complètement men-

songers, n'avaient cessé de circuler. Jusques-là, aucun malheur sérieux n'était venu les confirmer; des animaux seuls avaient été victimes, et on avait toujours trouvé le moyen de cacher les accidents ou d'attribuer le mal à d'autres causes. Toute rumeur relative aux chiens enragés avait presque cessé, quand tout-à-coup un chien d'une taille énorme parut, dans la soirée du mardi 18 octobre, au pont de la commune de Looberghe, se jeta furieux sur plusieurs individus, et de là se dirigea sur la commune limitrophe de Cappellebroucq, où le lendemain, à la pointe du jour, il assaillit encore plusieurs personnes, jusqu'à ce qu'enfin, chassé et poursuivi, il fût tué à coups de fusil sur le territoire de Saint-Pierrebrouck. Le même chien avait été vu le mardi matin près de Bergues, et y avait blessé gravement à la main et au bras un ouvrier qui se rendait à son travail. Dans sa longue course, depuis la porte de Bergues jusqu'au pont de Looberghe, il n'y avait eu aucune victime, ni parmi les hommes, ni parmi les animaux; il faut croire que le paroxisme recommença près de Looberghe; car, à partir de là jusqu'au lieu où il fut abattu le lendemain, il y eut, dans un espace de six quarts de lieue environ, huit à dix personnes blessées et un nombre plus considérable de bestiaux.

La nouvelle des ravages qu'avait faits ce chien enragé se répandit avec une grande rapidité dans les communes voisines: elle fut reçue avec des commentaires divers; ceux qui avaient ajouté foi aux bruits antérieurement répandus virent renouveler leurs alarmes; les autres la traitèrent de fausse et d'absurde. Le propriétaire du chien menaça même d'intenter une action contre celui qui l'avait tué et de réclamer des dommages-intérêts. Ainsi, il y avait encore incertitude sur la réalité des graves assertions qu'on avait avancées.

Si les personnes qui avaient été mordues par cet animal furieux avaient appartenu à la classe éclairée de la société, si elles n'avaient pas été imbues des plus nuisibles préjugés, elles

auraient aussitôt eu recours aux ressources de l'art en d'aussi graves circonstances ; mais aucune n'alla consulter un médecin : toutes s'adressèrent aux empiriques, aux prétendus descendants de saint Hubert, qui, comme on sait, se contentent de laver les plaies et se livrent aux pratiques les plus absurdes de mysticisme.

Dans la soirée même du 18 octobre, et à peine une heure après l'accident, je me trouvai dans la commune de Looberghe, et ce fut en vain que je fis engager le nommé Delmaire, qui avait été gravement blessé à la main gauche, à venir me trouver et à se laisser cautériser ; il me fit répondre que les membres seuls de la famille de saint Hubert avaient le pouvoir de guérir ces sortes de blessures et de prévenir les malheurs qui pouvaient en résulter ; il ajouta qu'il venait de faire appeler le nommé Simon Latuille, descendant du grand saint. Il me fut impossible de rien opposer à de tels arguments.

Le vendredi suivant, 21 octobre, le nommé Reuben, cultivateur, à Cappellebroucq, vint chez moi pour être saigné. Interrogé sur le motif qui l'engageait à recourir à ce moyen, cet homme me dit que l'avant-veille, vers six heures du matin, au moment où il ouvrait sa porte, il avait été attaqué par un énorme chien qui l'avait mordu en plusieurs endroits, mais surtout à l'avant-bras gauche, où il lui avait fait une large blessure ; qu'il avait éprouvé un grand saisissement et que c'était pour en éviter les suites qu'il désirait être saigné. Quant à mes blessures, me dit-il, quand bien même le chien qui me les a faites eût été enragé, je n'ai aucune crainte à avoir ; car je suis allé trouver M. Pélerin, issu de la famille de saint Hubert ; il les a lavées avec de l'eau et du sel, les a touchées avec la sainte médaille, et après avoir lu les prières d'usage, il m'a renvoyé en me donnant l'assurance que j'étais à l'abri de tout accident. Comme j'insistai pour voir ses blessures, je vais vous les montrer, me dit-il ; mais je vous préviens que je ne veux pas que

vous y touchiez, je ne suis venu ici que pour mon *saisissement*; mes plaies sont belles; elles ne tarderont pas à se cicatriser, et je suis convaincu que je n'ai à redouter aucun événement fâcheux. Il découvrit alors ses bras et me fit voir ses blessures; il y avait à l'avant-bras droit plusieurs excoriations, et à l'avant-bras gauche, un peu au-dessus du poignet, une plaie de la largeur de deux pouces environ, à bords inégaux, présentant toutefois un assez bel aspect. Je me contentai de conseiller de couvrir ces plaies de plumasseaux de charpie enduits de cérat, et me gardai bien de proposer la cautérisation, qui eût été inutile faite aussi tardivement, et qui n'eût servi qu'à faire connaître l'insuffisance des moyens dans lesquels ce malheureux avait placé toute sa confiance.

Je ne tardai pas à apprendre que l'ouvrier qui avait été mordu par le même chien, près de Bergues, avait été reçu à l'hospice de cette ville, où on lui avait amputé un doigt, et que les plaies nombreuses qu'il portait sur différentes parties du corps avaient été examinées par une femme *Pélerin* et traitées de la même manière que celles des deux précédents malades.

Nul doute que, si le chien qui avait mordu ces trois individus était réellement atteint de la rage, on ne dût avoir les plus sérieuses inquiétudes sur le sort de ces malheureux, qu'un traitement aussi insuffisant, digne des siècles de barbarie et d'ignorance, laissait exposés à la plus horrible catastrophe.

Il se passa un mois, et les blessures de ceux qui avaient été mordus n'avaient encore eu aucune suite fâcheuse; jusques-là, l'état des blessés avait été des plus satisfaisants. Si j'avais ignoré qu'il peut s'écouler plusieurs mois avant que le virus rabique signale son action sur l'économie, j'aurais pu croire que le temps du danger était passé pour ces trois malheureux, et joindre ma voix aux déclamations de ceux qui soutenaient qu'on avait voulu répandre l'alarme dans le public; mais je m'attendais toujours à voir justifier, par quelque événement terrible, les craintes que j'avais conçues.

Le lundi 21 novembre, on vint me prier, à neuf heures du soir, d'aller voir à Looberghe un homme qui, depuis plusieurs heures, éprouvait des suffocations. Je me rendis sur-le-champ auprès du malade ; je le trouvai dans son lit et dans la position assise. Il était en proie a une dyspnée considérable ; la respiration était entrecoupée ; il semblait qu'un poids énorme oppressât la poitrine du malade ; un resserrement douloureux lui arrachait de temps à autre de brusques sanglots et de profonds gémissements ; le pouls était serré et fréquent. Cet appareil de symptômes me fit d'abord croire à une angine de poitrine. L'auscultation ne fit découvrir aucun bruit anormal dans l'acte respiratoire ; il n'y avait ni toux , ni expectoration. Le malade, interrogé sur l'origine de son affection, ne put y assigner aucune cause. Comme il était jeune et sanguin, je pratiquai sur-le-champ une abondante saignée, et prescrivis une potion calmante et pour boisson de l'infusion de tilleul. Le malade me dit alors qu'il était inutile de lui ordonner des remèdes, parce qu'il lui était impossible d'avaler ; je m'assurai aussitôt, en déprimant avec le doigt indicateur la base de la langue, s'il n'y avait pas quelque altération des organes de l'arrière-bouche mettant un obstacle à la déglutition ; je n'y découvris rien d'anormal. J'engageai donc de nouveau le malade à boire fréquemment, mais peu à la fois ; il me répondit qu'il ne pouvait pas me le promettre ; que la dernière fois qu'il avait bu, il avait éprouvé une si atroce douleur, que l'idée seule des liquides le révoltait et était capable de lui donner une *attaque de nerfs*. Ce langage me surprit et me fit concevoir un affreux soupçon. Je demandai aussitôt un peu d'eau d'orge et la présentai au malade ; il prit le vase en hésitant, tendit fortement le bras comme pour éloigner le liquide le plus possible de ses lèvres ; chaque fois qu'il voulait porter la tasse à sa bouche, sa tête s'agitait d'un mouvement convulsif et le bras était repoussé ; je saisis moi-même le vase et l'approchai brusquement de ses lèvres ; le

malade éprouva une violente secousse et alla tomber à la renverse au fond de son alcôve. L'hydrophobie était bien constatée. Je m'adressai aussitôt pour les commémoratifs aux personnes qui entouraient le malade : on m'apprit que ce malheureux était Joseph Delmaire, le même qui, dans la soirée du 18 octobre, avait été mordu à la main gauche par un chien enragé, et que j'avais fait engager à se laisser cautériser. On me dit que depuis l'accident, et quoiqu'il eût été traité par un des descendants de saint Hubert, il n'avait été qu'incomplètement rassuré ; que l'image du chien qui l'avait blessé n'avait cessé d'être présente à son esprit et que depuis cette époque son sommeil avait été troublé par les rêves les plus effrayants.

J'annonçai aussitôt aux assistants que Delmaire ne tarderait pas à éprouver des attaques convulsives accompagnées d'accès de fureur, et que sa maladie était au-dessus de toutes les ressources de l'art. Pour modérer la violence des accès, je pratiquai une seconde saignée jusqu'à syncope, et après avoir chargé deux hommes de surveiller le patient, je retournai à Bourbourg dans l'intention de me procurer quelques médicaments que je voulais expérimenter dans cette cruelle maladie. A mon retour auprès du malade, tout son corps était agité par de violentes convulsions ; le pouls était petit et accéléré, les yeux étincelants, les traits profondément altérés ; le mal avait fait de rapides progrès. A chaque instant ce malheureux se dressait sur son séant pour se recoucher aussitôt en poussant des hurlements affreux ; une bave écumeuse remplissait sa bouche et provoquait un crachottement vif et continuel. Bientôt dans ses secousses convulsives il déploie tant de force que six hommes ne suffisent plus pour le fixer sur son lit ; au milieu d'un accès de fureur il parvient à se dégager de leurs mains et se précipite sur le carreau. Là, livré à la liberté de tous ses mouvements, il se roule semblable à une bête féroce, frappe, déchire tout ce qui se trouve à portée de ses atteintes. Dans les courts intervalles qui

séparent ses crises, cet infortuné jouit de toute sa raison; il demande pardon à son vieux père, lui parle avec l'affection la plus expansive, et ce n'est que lorsqu'il sent arriver un nouvel accès qu'il le prie de s'éloigner et d'éviter par la fuite son aveugle fureur. A tant d'exaltation succède enfin un état d'abattement extrême; les forces sont épuisées; Delmaire se laisse mettre dans son lit : il y a encore de loin en loin un accès convulsif; mais l'horreur pour les liquides cesse; il demande à boire. On lui donne un verre de vin blanc ; mais la déglutition est impossible, le liquide sort par les narines. Le malheureux ne tarde pas à s'endormir et on s'aperçoit bientôt qu'il a cessé de vivre. Il avait été en proie à l'affection pendant trente heures.

Dès le lendemain, la nouvelle de cet affreux malheur fut connue dans toutes les communes voisines et y répandit l'alarme et l'épouvante. Ce fut en vain qu'on voulut la cacher aux malheureux qui, comme Delmaire, avaient subi les atteintes du même chien. Des amis officieux et imprudents se chargèrent de les en prévenir, et, dès ce moment, on pouvait prédire de nouvelles catastrophes.

L'invasion de la rage avait eu lieu chez Delmaire après une période d'incubation de trente-deux jours.

Le lundi 12 décembre, cinquante-quatre jours après avoir été mordu, le malheureux ouvrier qui avait été reçu à l'hospice de Bergues présenta les premiers symptômes de la même maladie, et succomba le jeudi suivant. Le mal avait été caractérisé par l'horreur pour les liquides, des mouvements convulsifs, la photophobie et une agitation extrême chaque fois que l'air était mis en mouvement, soit par l'ouverture d'une porte, soit par le moindre déplacement des personnes qui se trouvaient dans la chambre. Il fut curieux de voir ce malheureux traverser la cour de l'établissement pour passer dans la salle qui venait de lui être destinée. Après de vaines prières pour pouvoir rester dans la place où il se trouvait, il prit tout-à-coup son élan, et, les

mains portées devant les yeux, il franchit avec toute la vitesse de ses jambes l'espace qui le séparait de son nouvel appartement. Il craignait par-dessus tout l'impression d'une vive lumière et de l'air extérieur.

Après cette catastrophe, toute l'attention se porta sur les autres malheureux blessés et particulièrement sur le nommé Reuben, de la commune de Cappellebroucq, qui avait eu les deux bras mutilés. Il se passa plus d'un mois sans aucun autre événement funeste. On ne croyait déjà plus à la possibilité de nouveaux cas après l'expiration d'un temps aussi long. Cependant, mes relations avec la famille de Reuben ne purent me donner cette sécurité : ses plaies, il est vrai, étaient complètement cicatrisées; mais depuis quelque temps il était tourmenté pendant son sommeil par des rêves affreux et éprouvait des contractions spasmodiques dans les membres et de vagues inquiétudes. Bientôt il ressentit une douleur assez vive dans la cicatrice de la plaie principale, et cette douleur parcourant tout le membre jusqu'à l'épaule, on lui persuada qu'elle était de nature rhumatismale. Il se passa ainsi quelques jours ; mais tout-à-coup, dans la nuit du 18 au 19 janvier, trois mois après les morsures, Reuben se réveille en sursaut, se jette brusquement en bas de son lit, ouvre la porte de sa chambre et se met à courir dans son jardin en poussant des cris affreux. Sa femme appelle des voisins, qui le ramènent dans sa maison. Son corps est agité par un tremblement général; l'aspect des liquides et des objets brillants le met dans un état de malaise inexprimable et provoque des mouvements convulsifs. Le malade se plaint surtout d'un sentiment d'ardeur et de resserrement à la gorge ; la soif est ardente et la difficulté d'avaler insurmontable. Les accès convulsifs, d'abord éloignés, ne tardent pas à devenir fréquents et acquièrent une violence extrême. On vint m'appeler vers cinq heures du matin : j'étais absent. Un autre médecin se rendit auprès du malade ; mais ses soins furent inutiles : le mal-

heureux succomba dans la nuit du 19 au 20, après avoir présenté les phénomènes de la rage la plus horrible.

Il serait difficile de décrire l'impression que produisirent sur le public ces déplorables événements : l'approche du *cholera morbus* et son invasion dans le pays n'inspirèrent pas autant de frayeur. Le récit de ces affreux malheurs était dans toutes les bouches; de tous côtés on s'abordait en se demandant si on connaissait l'épouvantable nouvelle et s'il n'existait pas de nouvelles catastrophes. On aurait pu croire que le pays était infesté d'animaux enragés et que la vie de chacun était menacée. On ne voyait dans les campagnes que des hommes armés d'énormes bâtons, et les gens de la ville ne la quittaient que pour les affaires les plus urgentes. Les mesures prises aussitôt en tous lieux par les autorités publiques ne purent calmer ces craintes exagérées. Aujourd'hui encore on ne s'aventure sur la voie publique que muni d'objets propres à se défendre, et le souvenir des affreux malheurs qui ont éclaté sous nos yeux entretient dans les esprits une profonde terreur.

Il est donc à désirer qu'à l'avenir des mesures plus efficaces émanent de l'autorité chargée de veiller au salut des citoyens et que de nouveaux réglements d'administration publique soient mis en vigueur pour prévenir de semblables calamités.

La rage chez l'homme est toujours communiquée; cette maladie ne se développe spontanément que chez certains animaux et plus particulièrement chez ceux du genre *Canis* et *Felis;* c'est donc à prévenir le développement de cette affection chez ces derniers animaux et à arrêter promptement leurs ravages, lorsqu'ils en sont atteints, que doivent tendre tous les efforts de l'autorité. Or, il faut l'avouer, les précautions employées jusqu'ici par la police sont tout-à-fait insuffisantes, et aussi long-temps qu'elle n'aura pas recours à des mesures plus sévères, les populations seront exposées aux plus terribles accidents. Que fait-on en effet ? Dans la capitale et dans les

grandes villes, à l'époque des grandes chaleurs et des grands froids la police ordonne de tenir les chiens muselés ou enfermés; dans les petites localités et dans les campagnes, on ne prescrit l'exécution de cette mesure que lorsque de déplorables accidents viennent apprendre qu'il y a des chiens enragés. Il sera facile de démontrer combien ces précautions sont non seulement insuffisantes, mais irrationnelles. Il existe un préjugé populaire qui attribue la cause de la rage chez les chiens à la soif et à l'impossibilité de la satisfaire; or, c'est en été pendant les chaleurs, et en hiver pendant les grandes gelées que ces animaux sont privés d'eau, c'est donc à cette époque dit-on, qu'il doit y avoir des animaux enragés et qu'il convient de se mettre sur ses gardes. Mais l'observation a prouvé que ce n'est pas la soif qui engendre l'hydrophobie, qu'il y a des chiens enragés pendant toute l'année et que c'est pendant les saisons les plus tempérées, c'est-à-dire pendant les mois de mai et de septembre que le nombre en est beaucoup plus considérable. Ce qui prouve aussi que la soif et la chaleur n'influent pas sur la production de cette maladie, c'est qu'elle est pour ainsi dire propre aux climats tempérés, qu'elle est très-rare sous la zône torride et qu'elle ne se montre jamais en Egypte, en Syrie, ni à Constantinop'e. Ainsi lorsque la police déploie ses moyens, c'est presque tou[illegible] en temps inopportun; pour qu'ils pussent être efficaces, il faudrait que l'exécution en fût maintenue en toute saison. Mais les mesures qu'on emploie ne sont pas seulement inopportunes, elles sont mauvaises et de nature à provoquer les accidents qu'on veut éviter. Un chien erre sur la voie publique, il a perdu son maître; il est triste, abattu; sa marche est incertaine; un garde le rencontre, lui porte un coup de sabre ou un coup de bâton, l'animal se sauve, les oreilles basses, la queue pendante; il traverse en courant un hameau, un village; aussitôt on crie au chien enragé; on se met à sa poursuite, on lui lance des pierres, on

l'épouvante : l'animal ; voyant sa vie menacée, devient furieux ; poussé par l'instinct de se défendre, il se jette sur tous ceux qui se présentent devant lui ; bientôt il attaque et ses atteintes portent avec elles un poison mortel. Si au contraire on avait laissé tranquille ce chien inoffensif, il aurait gagné la demeure de son maître sans faire le moindre mal. Il serait superflu de parler des boulettes empoisonnées que l'on sème dans les rues dans les mêmes circonstances, chacun en connaît le danger. On ne saurait donc trop blâmer cette coutume, ainsi que ces exécutions sanglantes de chiens qui se font au milieu des villes sous les yeux du peuple, qu'on habitue ainsi au sang et au carnage.

Un impôt sur les chiens, excepté sur ceux reconnus d'indispensable utilité, serait accueilli par le public avec une extrême faveur : outre l'avantage qu'il aurait d'alléger d'autres taxes onéreuses, il présenterait surtout celui de diminuer le nombre de ces animaux et rendrait les cas d'hydrophobie infiniment plus rares. En l'absence de cet impôt, on pourrait par des mesures administratives atteindre à peu près le même but. On devrait défendre aux indigents, sous peine d'être privés de tout secours, d'avoir des chiens. Cette mesure serait d'ailleurs de toute justice, elle serait très-morale et améliorerait le sort des pauvres, dont la plupart ont la manie d'entretenir des animaux domestiques qui consomment une partie du pain destiné à leur famille.

Il ne devrait être permis aux personnes des autres classes de la société de tenir des chiens que sous certaines conditions. Les chiens de ferme et de garde devraient être tenus à l'attache ou enfermés dans un endroit entouré de murs ou de fossés : aucun chien ne pourrait paraître sur la voie publique que mené en laisse ou muselé, mais muselé de manière à ne pas pouvoir mordre, c'est-à-dire tout autrement qu'ils le sont aujourd'hui lorsqu'on prescrit cette mesure. La partie de la muselière des-

tinée à renfermer le nez, la gueule et les mâchoires jusqu'au-dessus de la commissure des lèvres, devrait être en fil de fer ou en toile métallique ; elle serait attachée par des lanières autour du cou, assez solidement pour que l'animal ne pût s'en débarrasser. Tout chien qui serait surpris errant dans les rues, et qui ne se trouverait pas dans ces conditions, entraînerait pour son maître l'application des peines voulues par la loi, sans préjudice des indemnités et réparations dues aux parties lésées.

Il faudrait aussi de nouvelles dispositions infligeant des peines pécuniaires aux personnes dont les chiens devenus enragés auraient fait des victimes. Les poursuites, dans ces cas, devraient se faire d'office. Ce serait pour les propriétaires de chiens un des motifs les plus puissants pour surveiller ces animaux et s'en défaire avant qu'ils soient devenus nuisibles.

En tenant sévèrement la main à l'exécution de ces mesures, n'est-il pas évident qu'on préviendrait de grands dommages et d'irréparables malheurs ?

Ces moyens préservatifs des plus graves catastrophes ne sauraient trop être recommandés à la sollicitude du gouvernement. Déjà l'administration, par un acte récent dirigé contre d'autres abus, a commencé à servir la cause que je défends en ce moment. En effet, en mettant un impôt sur ces énormes *Bull-dogues* à leur sortie de France, on a eu pour but de mettre un frein à la contrebande faite par ces animaux et par conséquent d'arrêter la propagation de cette espèce de chiens. C'est un grand bienfait ; car je suis convaincu que c'est de ces bandes d'animaux soumis à tous les mauvais traitements pour faire convenablement leur service, harcelés et poursuivis par nos douaniers, que sont sortis les chiens qui ont répandu dans le pays l'horrible fléau de la rage, si rare autrefois et qu'on a occasion d'observer si fréquemment depuis quelques années.

S'il importe de prendre tant de précautions pour éviter le développement de la rage chez les animaux et surtout chez les

chiens, c'est parce que ce sont ces derniers qui transmettent à l'homme cette épouvantable maladie. Chez l'homme la rage reconnaît toujours une cause unique, l'inoculation du virus rabique; ce virus arrive dans l'économie par une solution de continuité; c'est là sa seule voie d'intromission. C'est donc à empêcher l'absorption de la bave des chiens déposée à la surface des plaies qui résultent de leurs morsures envenimées, à neutraliser l'action du virus déjà introduit dans l'économie ou à l'en expulser que doivent tendre tous les moyens de l'art. La médecine possède les agents propres à obtenir ces différents résultats, mais il est fâcheux qu'elle soit si rarement appelée à en opérer l'application. Dans l'état actuel des choses, et grâce à la tolérance de l'autorité pour tout ce qui concerne l'exercice illégal de la médecine, dans les cas de blessures faites par des animaux enragés, ce n'est pas aux hommes de l'art qu'on s'adresse, mais les préjugés et le fanatisme poussent les malheureux blessés à réclamer les soins de commères et de charlatans qu'une sainte renommée autorise à faire chaque année de nouvelles victimes. Les trois cas déplorables d'hydrophobie que j'ai rapportés dans ce travail en sont une preuve irréfragable et suffiront sans doute pour faire ouvrir les yeux sur le danger de tout traitement empirique et sur la nécessité de châtier ceux qui osent en faire l'application en d'aussi graves circonstances. Il est déplorable de voir que ces délits se commettent sous les yeux des autorités et par des hommes dont quelques-uns occupent dans leurs communes les premières fonctions publiques. On concevrait qu'on tolérât de pareils abus, s'il pouvait en sortir quelque avantage, mais il n'en résulte qu'un surcroît de fanatisme et d'ignorance, et, en aucun cas, pas la moindre chance d'éviter l'explosion du mal. Que les partisans de ces jongleries ne mettent pas en avant qu'elles ont pour mérite d'inspirer une sécurité salutaire, car je leur répondrai qu'ici le point capital est de détruire, comme dans les

piqûres des reptiles, comme lors de la pustule maligne commençante, etc., le principe vénéneux, et je citerai l'observation qui concerne le malheureux Reuben, qui, jusqu'au dernier moment, avait eu une confiance aveugle dans le traitement empirique qu'il avait subi, et avait conservé un calme d'esprit, une tranquillité d'ame à toute épreuve, ce qui prouve suffisamment qu'il fallait pour éviter la catastrophe des moyens plus actifs et surtout plus matériels.

On ne saurait trop flétrir, dans l'intérêt de l'humanité, ces absurdes pratiques dignes des temps de barbarie, et ceux qui s'y livrent et qui en font un honteux trafic devraient être l'objet de toute la sévérité des lois. Alors les médecins seraient appelés à prévenir les conséquences funestes des morsures de chiens enragés et l'art pourrait déployer ses procédés efficaces. L'observation suivante prouvera combien il est avantageux d'y avoir recours.

A la fin de février 1836, le nommé Andries, ouvrier maçon, à Bourbourg, fut mordu à la main droite par un chien qui passait pour enragé ; une circonstance vint confirmer cette opinion ; ce chien en avait mordu deux autres qui devinrent malades quelque temps après et qu'on fut obligé de détruire. Andries m'envoya chercher aussitôt ; sa main était gonflée, brûlante et présentait les traces profondes de plusieurs morsures siégeant dans la paume de la main et sur l'éminence du pouce : ces petites plaies étaient fort douloureuses. Le blessé était frappé de sa situation et murmurait sans cesse les mots de chien enragé. Je réussis à le tranquilliser en lui disant que rien ne prouvait que ce chien fût enragé, et que, quand bien même il l'eût été, puisqu'il recourait de bonne heure aux moyens rationnels, il n'avait à craindre aucun évènement funeste.

Je fis aussitôt chauffer de l'eau et prendre au blessé un manuluve pendant dix minutes ; la main et les plaies furent bien lavées ; j'appliquai deux ventouses dans le but de *repomper* tout

le virus déposé dans les morsures et de le porter à la surface ; je fis chauffer en même temps deux cautères actuels jusqu'au rouge blanc, et, après avoir enlevé les ventouses, je cautérisai aussitôt profondément toutes les plaies en pénétrant dans toutes leurs sinuosités. La main fut pansée simplement et placée en écharpe. Ce traitement local ne me parut pas suffisant ; je prescrivis un traitement général auquel j'attachai la plus grande importance. J'envoyai cet ouvrier travailler dans une de nos fabriques de sucreindigène ; là, il eut un emploi dans l'étuve, où, soumis à une température très-élevée, il éprouva pendant plus d'un mois une transpiration des plus abondantes ; pendant quarante jours, il fit usage d'une boisson sudorifique, et, pendant tout ce temps, je lui fis faire, jour à autre, une friction avec un gros de pommade mercurielle, qui provoqua à la quinzième friction une assez forte salivation. La santé de cet ouvrier ne fut pas un seul instant altérée, et vers le quarantième jour, je lui déclarai que son traitement était terminé et que j'avais acquis la certitude qu'il était à l'abri de tout accident. Cet homme n'a rien éprouvé depuis cette époque.

Ce fait est concluant en faveur du traitement qui a été employé et me dispense d'en faire l'apologie. Je ne puis toutefois m'empêcher de soumettre à une discussion sommaire les moyens qui le composent. Les avantages de la cautérisation avaient été appréciés dès l'enfance de l'art ; Celse la recommande avant tout autre moyen. Par l'application du caustique, il est permis de détruire tous les tissus qui ont reçu l'impression du virus et d'en prévenir l'absorption : les ventouses favorisent singulièrement ses effets ; en attirant les fluides à la surface, elles empêchent que le plus petit atome de virus n'échappe à l'action cautérisante. Cette première partie du traitement est d'autant plus efficace que son application a lieu à une époque plus rapprochée de l'accident. Elle peut même suffire lorsqu'on a la certitude que le principe vénéneux n'a pas été porté dans

le torrent de la circulation; mais lorsqu'on a lieu de croire le contraire, et même dans le doute, il est rationnel et très-prudent de compléter le traitement en excitant la transpiration cutanée et en se servant d'agents qui jouissent de la propriété de détruire ou de neutraliser dans les replis les plus profonds de l'économie les principes virulents les plus subtils. Les bains de vapeur joints aux boissons dites sudorifiques, le séjour long-temps prolongé dans un lieu où la température est très-élevée et l'administration des préparations mercurielles, me semblent de nature à produire ces résultats. Les bains de vapeur pendant la période d'incubation de la rage sont tellement efficaces qu'un médecin de nos jours qui avait subi les atteintes d'un chien enragé et qui déjà éprouvait quelques symptômes précurseurs de l'affreuse maladie dont il s'agit, assure n'avoir dû son salut qu'à ce moyen et le préconise comme traitement unique contre cette affection. Exciter la transpiration est sans contredit un moyen très-rationnel, car il y a long-temps que l'on a reconnu que la rage ne se développe spontanément que chez les animaux qui, comme le chien, ne transpirent pas, et peut-être ne se déclare-t-elle chez ces animaux que parce qu'ils ne transpirent pas. Quant au mercure, les praticiens les plus recommandables et entr'autres Dupuytren ne reconnaissent qu'à ce métal la faculté de détruire le virus syphilitique, ce poison si subtil qui infecte le corps et y produit de si affreux ravages lorsqu'on l'abandonne à lui-même; c'est donc par analogie et aussi à cause de l'action spéciale du mercure sur les glandes salivaires et buccales qui dans la rage sont les seuls organes qui paraissent altérés, que cette substance me paraît devoir occuper une place importante dans le traitement préventif de cette maladie.

Je n'entrerai pas dans le détail des moyens curatifs qui ont été mis en usage dans les trois cas d'hydrophobie cités plus haut; ils ont eu le sort de tous les traitements employés jusqu'ici

dans les cas de rage confirmée, c'est-à-dire qu'ils ont complètement échoué. Puisque donc les remèdes plus ou moins actifs, proposés et préconisés par les anciens et les médecins de nos jours pour combattre cette maladie, une fois qu'il existe des accidents généraux, restent constamment inefficaces, il faut de nouvelles recherches thérapeutiques d'où puisse sortir un traitement plus satisfaisant ; mais en attendant la découverte d'un remède vraiment utile dans les cas de rage confirmée, estimons-nous heureux de posséder un traitement préservatif assuré contre cette terrible affection et faisons des vœux pour qu'une bonne administration seconde les vues émises dans ce travail et contribue ainsi à rendre de plus en plus rares des catastrophes qui font gémir l'humanité.

ACCROISSEMENT CONTRE NATURE

DE L'ONGLE DU GROS ORTEIL,

Par M. A. Dujardin, membre résidant.

L'ongle du gros orteil est sujet à une maladie peu connue, à peine mentionnée par les auteurs. Cette maladie consiste en un développement extraordinaire en longueur et surtout en épaisseur qui fait ressembler l'ongle à un bout de corne de bélier et aux excroissances cornées dont la peau est quelquefois le siège. Le hasard m'ayant fait rencontrer deux cas de ce genre, je vais dire ce que j'ai observé de plus important pour la pratique, et comment on peut enlever ces ongles monstrueux sans causer la plus légère douleur.

Dans les deux cas, la maladie de l'ongle était double, c'est-à-dire, existait aux deux pieds à la fois, et avait commencé des deux côtés à peu près en même temps, plusieurs années auparavant. L'ongle faisait au-dessus de l'orteil une saillie du volume d'une grosse noisette. Je ne veux pas dire que l'ongle avait cette épaisseur, mais sa voussure le faisait paraître tel. Les ongles que j'ai vus avaient environ 12 millimètres d'épaisseur; ils étaient voûtés et recourbés à leur extrémité libre, qui recouvrait le bout de l'orteil; ils étaient formés de couches superposées obliquement et imbriquées. Ces ongles, recouverts d'une chaussure très-ample, ne gênaient nullement pendant la marche; mais le moindre choc occasionait vers leur racine des douleurs atroces, qui s'irradiaient sur le dos du pied et

parfois jusqu'à la jambe. La violence de la douleur et sa concentration vers la racine de l'ongle s'expliquent aisément : les quatre ongles que j'ai enlevés n'adhéraient plus à la face dorsale des orteils que par leur racine, devenue comme tout le reste dure et bosselée. Cette circonstance, qu'il m'était impossible de deviner avant ma première opération, et qui est probablement inhérente à la nature de la maladie, transformait l'ongle en une espèce d'épine raboteuse, que le plus petit choc d'avant en arrière tendait à enfoncer dans les couches profondes du derme; de là ces douleurs térébrantes qui s'étendaient quelquefois très-loin.

La première fois que je fus appelé pour donner mon avis sur la maladie unguéale en question, je pensai qu'il fallait retrancher tout ce que la nature avait produit de superflu, couper avec un canif, en dédolant et couche par couche la portion excédante des ongles, et leur rendre, autant que faire se pourrait, leur épaisseur et leur forme naturelles. Dans cette pensée, je coupai et tailladai le premier ongle; mais bientôt je reconnus que je faisais une besogne inutile, que l'ongle n'adhérait plus à la peau que par sa racine, et que par conséquent il suffisait de creuser vers sa base un sillon transversal pour le détacher en masse. Lorsque le sillon fut creusé, l'ongle vint effectivement en totalité. Je creusai un sillon transversal à la base du second ongle, et j'eus la satisfaction de le voir se détacher aussi facilement que le premier.

J'ai employé le même procédé pour détacher les deux ongles que je mets sous les yeux de la société. Cette opération est vraiment puérile : à peine le sillon transversal est-il creusé que l'ongle vous tombe en quelque sorte dans la main, au grand étonnement des assistants. L'opération terminée, il reste à amincir la petite portion d'ongle qui tient encore à la peau.

Aux quatre orteils j'ai trouvé la peau qui adhérait autrefois à l'ongle recouverte d'écailles épidermiques et de filaments

cornés très-minces, disposés irrégulièrement; sa surface était molle, inégale et fortement mamelonnée. Du reste tout était dans l'état le plus sain.

Les deux personnes que j'ai opérées n'ont pas ressenti depuis l'opération la plus légère douleur; elles peuvent marcher sans crainte. Au fur et à mesure que quelques bourgeons cornés répullulent sur les moignons restants, ils sont coupés et limés. Tout porte à croire qu'à moins d'une incurie trop grande il n'y a pas de récidive possible.

REMARQUES

PHYSIOLOGIQUES ET THÉRAPEUTIQUES

SUR UNE PLAIE DU COU,

Par M. Lebleu fils, chirurgien en chef de l'hospice de Dunkerque, membre correspondant.

—

15 décembre 1837.

—

On voit assez souvent des individus qui veulent se débarrasser de l'existence s'armer d'un rasoir et se pratiquer à la partie antérieure du cou une plaie transversale. Avec quelque fureur que cet instrument soit porté, presque toujours la douleur vive qui résulte du commencement d'exécution enchaîne la main, et, de la lutte instantanée qui s'établit entre l'instinct de la conservation et l'éréthisme cérébral, que je considère comme une sorte d'aliénation mentale, laquelle existe toujours plus ou moins, je pense, chez tout individu au moment où il se suicide; de cette lutte, disons-nous, l'instinct de la conservation sort ordinairement vainqueur; le rasoir tombe à peine teint de sang, et le médecin arrive n'ayant à traiter qu'une plaie superficielle, que quelques agglutinatifs et la position guérissent en peu de temps.

Les choses ne se passèrent pas ainsi chez M. N...., de Dunkerque, qui fait le sujet de l'observation suivante : D'un double coup de rasoir porté entre l'os hyoïde et le cartilage thyroïde, il divisa la peau, le peaucier, les muscles sterno, omoplat et

thyro-hyoïdiens, et les deux tiers antérieurs de la circonférence du pharynx.

M. N...., âgé de quarante-trois ans, d'un tempérament sanguin, d'un caractère doux et menant une vie assez heureuse, était depuis trois jours en proie à une méningite aiguë des plus graves survenue brusquement; deux fortes saignées et plusieurs applications de sangsues aux apophyses mastoïdes venaient d'être dirigées contre cette maladie sans l'influencer en aucune manière; je venais de quitter le malade, chez lequel les symptômes dominants étaient : agitation et loquacité continuelles, délire bruyant, visions, hallucinations, mouvements convulsifs des muscles de la face, alternativement pâle ou colorée ; yeux vifs et à pupilles très-resserrées, pouls serré, petit et très-fréquent; je venais, dis-je, de le quitter en prescrivant de nouvelles sangsues à la tête et des vésicatoires aux jambes, lorsque, laissé seul un moment, il se leva, s'arma d'un rasoir et se fit la plaie large et profonde que je viens d'indiquer. Maintenant, c'est le cas de se le demander, comment la douleur n'arrêta-t-elle pas sa main ? comment ce rasoir, qui trancha les chairs par un double mouvement, ainsi que le démontre l'irrégularité de la section de la peau, put-il pénétrer à une si effrayante profondeur, sans que cet instinct de la conservation dont nous parlions tout-à-l'heure soit venu l'enrayer dans sa marche ? M. N.... m'a assuré à diverses reprises qu'il s'était coupé la gorge sans savoir le moins du monde ce qu'il faisait; qu'il s'était porté ainsi machinalement un premier, puis un second coup de rasoir sans percevoir la moindre douleur dans le moment même, et que ce n'était que peu d'instants après et par suite d'une grande perte de sang qu'il était sorti de son monde d'illusions et qu'il avait vu la triste réalité dont il se repentait ou plutôt dont il était effrayé d'être l'auteur. J'avoue que, quoiqu'il paraisse difficile de croire d'une manière absolue à une pareille déclaration, je suis tenté d'y croire, non-seule-

ment parce que M. N...., dont les antécédents n'étaient nullement de nature à le porter à un suicide volontaire, me l'a assuré vingt fois; mais encore parce que je ne vois rien de contraire à la raison de supposer que, dans une affection cérébrale portée au plus haut degré, l'innervation peut être bouleversée et pervertie au point de masquer et d'effacer momentanément toute sensibilité, et enfin, parce qu'il me faut cette insensibilité pour comprendre qu'une main, même poussée par la frénésie, ait pu se couper et recouper ainsi la gorge jusque près de la colonne vertébrale.

Quoi qu'il en soit du reste de cette question de métaphysique physiologique, j'arrivai un quart-d'heure après l'événement chez le malade, qui, baigné dans une quantité énorme de sang, était pâle, anémique, n'ayant qu'un pouls presque nul, mais ayant recouvré entièrement son intelligence, et s'accrochant, si on peut parler ainsi, au restant de vie qu'il avait encore, quoiqu'il exprimât très-bien (plutôt par gestes que par quelques sons rauques qui sortaient de son larynx) qu'il ne lui restait pas le moindre espoir.

Je m'empressai, l'hémorragie s'étant facilement arrêtée, de visiter avec soin la plaie à l'aide de l'œil et du doigt. A l'extérieur, son étendue transversale était de trois à quatre pouces; l'épiglotte, libre et sans appui, flottait au centre et plus profondément; et, plus profondément encore, le pharynx se voyait coupé dans plus de la moitié de son épaisseur; la paroi postérieure de ces organes étant fixée contre la colonne vertébrale et les deux lèvres de sa portion antérieure coupée étant écartées l'une de l'autre par leur vertu rétractile, on voyait assez facilement, en abaissant l'épiglotte, cette paroi postérieure du pharinx dans une étendue d'une pièce de 10 sous environ. J'appliquai cinq points de suture à la peau, j'ajoutai deux bandelettes agglutinatives et plaçai le bandage qui force le menton de s'approcher de la poitrine.

Il passa ainsi quatre jours on ne peut plus misérablement, dévoré par la soif, n'ayant pas eu un instant de sommeil, tourmenté qu'il était par les mucosités épaisses qui, tombant de la bouche et des environs de la plaie, affluaient vers la glotte, produisaient de la suffocation, de la toux et une angoisse inexprimable. La plaie, quoique pansée deux fois par jour, était constamment baignée de ces mucosités et de la presque totalité des boissons (eau d'orge, limonade, eau panée) qui sortaient entre les points de suture, écartaient les bandelettes et inondaient tous les linges et bandages de corps. J'introduisis une fois la sonde œsophagienne, qui ne put être supportée par le malade et qui me semble du reste dans ces sortes de cas un assez mauvais moyen.

D'ailleurs, absence complète de tout phénomène cérébral. Il semblait que cette affection et son effrayant cortège de symptômes s'étaient écoulés avec la masse de sang veineux et artériel qui, en quelques minutes, était sorti de la plaie; mais j'avais affaire à un mal qui, quoique remède héroïque d'un grand mal, menaçait encore plus prochainement l'existence.

Enfin, le cinquième jour, voyant l'inutilité et l'impuissance complète des sutures, les lèvres de la plaie étant constamment écartées par les mucosités épaisses et les boissons, et, craignant de voir périr incessamment mon malade par suite d'épuisement ou de gangrène du fond de la plaie, je coupai ces points de suture, je taillai quatre bandelettes de diachylum très-agglutinatif, longues de deux pieds et larges d'environ un pouce, et, la tête du malade étant fortement abaissée, je les appliquai avec grand soin en les faisant partir des apophyses épineuses des premières vertèbres dorsales, les faisant marcher au-dessus de la clavicule et parallèlement à cet os, et les faisant se terminer sur l'apophyse mastoïde du côté opposé, après avoir cheminé obliquement sur la plaie.

Ces quatre bandelettes, solidement appliquées deux d'un côté

deux de l'autre, en rapprochant fortement la peau sur tout leur trajet, constituent certainement le meilleur moyen possible dans ces sortes de cas, et je considère que c'est une faute, comme je l'ai fait, de perdre son temps à couturer péniblement et inutilement son malade, bien que ces sutures soient le moyen qui se présente le premier à l'esprit du médecin lorsqu'il arrive en face d'une plaie large et béante comme celle-là.

Cet entrecroisement solide de bandelettes ainsi appliquées forma en effet une barrière beaucoup plus puissante contre la sortie des glaires et boissons qui suffoquaient et épuisaient le malade. Pendant plus de huit jours encore, d'abondantes mucosités et la majeure partie des boissons sortirent par la plaie entre les bandelettes; mais peu à peu il fut facile de voir que ce double inconvénient diminuait graduellement, et, en ne changeant que le plus rarement possible les bandelettes, c'est-à-dire tous les deux ou trois jours, et encore plutôt en partie qu'en totalité, j'arrivai, au bout d'un mois, à n'avoir plus affaire qu'à une plaie légère et d'une guérison certaine, l'arrivée des boissons dans l'estomac annonçant la cicatrisation du pharynx et tous les symptômes fâcheux s'étant presque entièrement effacés. Il est inutile de dire que des boissons de plus en plus nutritives vinrent soutenir le malade, dont l'état général devint successivement excellent.

Enfin, le quarantième jour de la blessure, la cicatrisation du pharynx et de la plaie était parfaite, et aujourd'hui (trois mois depuis l'accident) j'ai rencontré M. N.... jovial et bien portant, qui m'a dit d'une voix très-sonore que son pharynx fonctionnait tout aussi facilement qu'avant la blessure.

RAPPORT

D'UNE COMMISSION COMPOSÉE DE MM. BAILLY, VAILLANT ET DOURLEN FILS, RAPPORTEUR.

1836.

M. le docteur Jose-Martins Da Crux Jobim, professeur de médecine légale à la faculté de Rio-Janeiro, médecin de l'hôpital de la Miséricorde, de l'empereur du Brésil, etc., vous ayant exprimé le désir d'être affilié à la société en qualité de correspondant, vous avez chargé MM. Vaillant, Bailly et moi de vous rendre compte du travail présenté par ce candidat. Je vais avoir l'honneur, Messieurs, de vous soumettre le résultat de notre examen.

Aux différents titres exposés plus haut, M. Da Crux Jobim joint encore celui de président de l'académie de médecine qui, depuis sept ans, s'est formée à Rio-Janeiro, sous les auspices du gouvernement. Le discours en langue portugaise qu'il vous adresse comme acte probatoire a été prononcé par lui dans la séance publique annuelle de cette compagnie, le 30 juin 1835. L'auteur y traite des maladies qui affligent la classe pauvre de Rio-Janeiro. Vous apprécierez, tout-à-l'heure, Messieurs, l'importance de cette production, qui n'a rien de l'insignifiance habituelle, et en quelque sorte proverbiale, des discours académiques de la vieille Europe. Ici, il s'agit de faits, d'observations qui ne sauraient être controuvés, puisqu'ils sont émis, discutés en présence de l'élite des médecins du pays qui, eux aussi, doivent connaître les maladies, ou les formes des maladies auxquelles ils se rapportent.

Une topographie assez complète de Rio-Janeiro sert d'introduction naturelle à l'étude des maladies de la classe indigente de cette ville. Il nous a paru utile de vous en offrir une courte analyse afin que vous puissiez saisir aussitôt le véritable caractère que ce climat éminemment dangereux doit imprimer aux affections pathologiques.

Rio-Janeiro est située au 22° 54″ de latitude sud. Cette ville renferme toutes les conditions pour être l'une des plus insalubres des tropiques; fondée sur une plaine au niveau de la mer, elle n'offre aucune pente qui favorise l'écoulement des eaux pluviales qui y tombent en abondance. Elle est baignée au nord et à l'est par la mer, qui pénètre jusque sous ses fondements par le sac St.-Jacques et forme un vaste marécage connu sous le nom de *mangue* de la ville neuve. Ses environs sont presque toujours submergés par le débordement des sept rivières principales qui l'entourent. On conçoit facilement que de ce terrain bourbeux s'exhalent continuellement des vapeurs aqueuses qu'augmentent encore les vents de mer qui y soufflent presque toute l'année. La température ordinaire est de 85° Fareinheit. Si vous joignez à ces causes naturelles d'insalubrité l'incurie des conseils hygiéniques, qui tolèrent encore les inhumations dans les églises, et la construction vicieuse des maisons, dont la malpropreté s'accroît encore par le défaut de conduits pour l'écoulement des eaux ménagères, vous admettrez, avec nous, messieurs, que toutes les causes pathogéniques les plus aisément appréciables se trouvent réunies à Rio-Janeiro.

L'hôpital de la Miséricorde, indépendamment de ces causes générales d'insalubrité, en renferme d'autres qui lui sont propres, telles que sa situation et sa mauvaise construction. Sa population est rarement au-dessous de 400 malades. Toutes les observations de M. Da Crux Jobim, dans cet établissement, roulent particulièrement sur des hommes adultes, presque tous ouvriers, blancs ou de couleur, nationaux ou étrangers,

esclaves de diverses conditions. Ces hommes, par leur genre de vie, par la nature de leurs aliments, par leur débauche et leur misère, sont éminemment exposés aux influences délétères de ce climat chaud et humide.

Un premier fait qui frappe vivement à la lecture de la brochure de M. Da Crux Jobim, c'est que dans cet hôpital les maladies chroniques sont aux aiguës comme 100 est à 8 ou 10. Nous croyons avec ce médecin que cette énorme différence en faveur de la chronicité est due au peu de soin qu'ont les indigents de se faire traiter lorsqu'ils sont malades ; à l'usage des médicaments intempestifs ou incendiaires ; à l'abus des liqueurs alcooliques, et par-dessus tout aux influences climatériques. On sait, en effet, qu'une température chaude et humide favorise le développement des affections chroniques en diminuant l'irritabilité nerveuse, en affaiblissant les sympathies, enfin, en imprimant aux maladies une marche lente et insidieuse.

M. Da Crux Jobim examine en détail les affections les plus communes à Rio-Janeiro. Nous ne le suivrons dans cette étude que pour signaler les différences les plus saillantes qu'apporte le climat, soit dans les symptômes, la marche ou le traitement de chacune d'elles ; seulement nous devons dire ici que plus de la *moitié* des malades reçus à l'hôpital y succombent par suite de tubercules pulmonaires, de fièvres intermittentes, avec leur nombreux cortège d'accidents consécutifs, ou de la maladie connue dans le pays sous le nom d'*opilation.*

Il est aisé de prévoir que les fièvres intermittentes sont endémiques à Rio-Janeiro. Parfois elles sévissent avec une si grande violence que M. Da Crux Jobim penche à leur reconnaître un caractère épidémique. Souvent elles revêtent la forme pernicieuse. Alors seulement elles exigent l'emploi du quinquina ; tandis que lorsqu'elles sont simples, les émollients, les sudorifiques, les vomitifs, les purgatifs en triomphent en peu de jours. M. Da Crux Jobim emploie le sulfate de quinine en frictions, soit

le long du rachis, soit à la partie interne des membres. Cette méthode est peu usitée, pas assez peut-être. Quant à nous, nous possédons plusieurs observations qui constatent son efficacité contre des fièvres quartes très-rebelles, alors que l'inflammation chronique des viscères abdominaux interdisait l'usage intérieur de ce médicament.

La syphilis n'est pas ici aussi bénigne qu'on le suppose en Europe, dit M. Da Crux Jobim. Une opinion généralement reçue au Brésil, c'est que celle immédiatement contractée des indigènes est plus grave, plus difficile à guérir. Les accidents consécutifs sont très-communs parmi les pauvres. M. Da Crux Jobim croit avoir observé que leur guérison au moyen des sudorifiques et des mercuriaux était plus prompte, chose singulière pour nous européens, par un temps frais que par un temps chaud. Au reste le ptyalisme survient avec la plus grande facilité, alors même que les doses de mercure sont infiniment minimes. M. Da Crux Jobim explique ce fait par l'excessive irritabilité des glandes salivaires, irritabilité qui résulte des sympathies de ces organes avec les viscères abdominaux qui, dans la latitude qu'il habite, sont toujours plus ou moins souffrants.

La variole se montre annuellement à Rio-Janeiro. M. Da Crux Jobim émet le vœu que le gouvernement et les administrations locales encouragent la vaccine par tous les moyens usités en France. Ce médecin penche à croire que le vaccin se modifie, se neutralise même par sa transmission. Il voudrait qu'on remontât à la source, c'est-à-dire au Cow-pox que M. De Humboldt a fréquemment observé au Pérou, aux Cordilières, au Mexique et dans le voisinage d'Atlisco, et qui, d'après M. Da Crux Jobim, devrait se rencontrer au Brésil, bien qu'il ne l'y ait pas encore remarqué.

Le rhumatisme est très-commun. M. Da Crux Jobim dit que lorsque cette maladie se prolonge un certain temps avec fièvre elle est *toujours* suivie de l'hypertrophie du cœur. Cette observation

nous paraît intéressante en ce sens qu'elle confirme assez bien les idées que M. Andral et plus récemment M. Bouillaud ont émises sur la péricardite et l'endocardite, comme complication habituelle du rhumatisme.

Les affections catarrhales sont très-fréquentes, à l'exception toutefois du catarrhe vésical, qui est fort rare.

M. Da Crux Jobim n'a pas encore rencontré le diabetes sucré; mais il a vu plusieurs fois une variété de cette maladie, qu'il propose de nommer *diabetes albumineux*. Les détails qu'il donne à ce sujet sont fort curieux, quoique incomplets. Il s'agit de la formation d'une quantité prodigieuse d'albumine que les malades expulsent avec difficulté et à demi-concrète et qui se coagule aussitôt de manière à former une masse consistante, blanche, semblable au lait, ayant l'odeur de l'albumine, mais acquérant en peu de temps celle de l'acide hydrosulfurique. (1) Cette altération remarquable de la sécrétion urinaire se rencontre plus fréquemment chez les femmes, chez les hommes jeunes et vigoureux et par un temps froid. Elle est toujours plus marquée à la fin de la digestion que le matin. Elle peut durer un an et guérir sans traitement. Quelquefois elle est accompagnée de douleurs vagues, particulièrement dans les lombes; mais généralement toutes les fonctions s'exercent bien et l'économie ne paraît pas autrement troublée. M. Da Crux Jobim l'a vue survenir pendant l'invasion d'une fièvre intermittente, persister pendant la durée et après la guérison de celle-ci, avec des alternatives de mieux, et enfin disparaître sans traitement spécial. M. Da Crux Jobim cite une femme qui en fut atteinte pendant dix-huit mois et qui ne cessa pas

(1) Cette affection n'offre-t-elle pas quelque analogie avec l'altération granuleuse des reins, connue sous le nom de maladie de Brigth, dont l'un des principaux caractères consiste, comme on sait, dans la présence de l'albumine dans l'urine ?

d'allaiter son enfant, dont la santé fut toujours excellente. Les moyens que ce médecin oppose à cette maladie sont les préparations martiales, les bains salins, le changement de climat. Les autres médications, telles que les anti-phlogistiques, les révulsifs sur le canal digestif, les diurétiques, etc., échouent constamment.

Les vers intestinaux et plus particulièrement le ténia et les ascarides lombricoïdes sont très-communs chez les enfans et les nègres. Leur expulsion a lieu spontanément à certaines époques de l'année; mais elle devient alors le prélude d'une gastro-entérite sur-aiguë presque toujours mortelle. Nous devons ajouter que M. Da Crux Jobim ne regarde pas comme un préjugé populaire que cette expulsion coïncide toujours avec le déclin de la lune, dont il admet l'influence sur beaucoup de maladies, au moins sous les tropiques.

La gastro-céphalite, si redoutable en Europe, est rare au Brésil, où pourtant le système nerveux est fort irritable, excepté comme complication des fièvres intermittentes, dans lesquelles ce système est si immédiatement intéressé.

La dyssenterie règne fréquemment. Elle dégénère facilement en ulcérations intestinales d'un caractère chronique et presque toujours incurables; mais il est excessivement rare que ces ulcérations soient accompagnées des phénomènes typhoïdes de nos régions. M. Da Crux Jobim avoue avec franchise que le traitement anti-phlogistique est le plus meurtrier, et qu'à son arrivée dans ce pays il perdait presque tous ses malades. Aujourd'hui il emploie généralement au début quelques émissions sanguines si le malade est robuste, pléthorique, puis l'ipécacuanha à hautes doses, les boissons émollientes avec addition d'un sel neutre, l'opium, qu'il élève rapidement jusqu'à 4 ou 6 grains par jour, enfin les toniques et les astringents.

Le tétanos est très-fréquent parmi les esclaves africains, très-rare au contraire chez les blancs. Sa durée n'excède presque

jamais 24 ou 48 heures. Rien de neuf dans le traitement, si ce n'est peut-être l'usage des bains généraux préparés avec la décoction de plantes stupéfiantes telles que le *datura arborea*.

Le scorbut est à peu près inconnu au Brésil. M. Da Crux Jobim ne l'a remarqué que chez les marins qui avaient subi des privations excessives pendant un voyage de long cours.

L'hydrophobie apparaît assez souvent au Brésil. Nous ne notons cette circonstance que parce que la plupart des auteurs prétendent que cette maladie ne se montre que dans les latitudes tempérées et qu'elle est ignorée dans les pays chauds.

La phthisie pulmonaire est si commune à Rio-Janeiro qu'elle comprenait plus du cinquième de la population de l'hôpital de la Miséricorde, avant que l'administration eût interdit l'entrée de cet établissement aux malheureux qui en sont frappés, sous le prétexte, au moins fort étrange, que leurs accès répétés de toux pendant la nuit privaient de leur repos les autres malades. M. Da Crux Jobim professe une opinion déjà admise par les médecins italiens, espagnols et portugais, savoir que la phthisie pulmonaire est éminemment contagieuse dans les pays chauds. Toute la partie du travail de M. Da Crux Jobim qui a trait à cette maladie est l'une des plus remarquables. Elle prouve que cet honorable confrère possède à fond les ouvrages que Bayle, Laennec, MM. Andral, Bouillaud, Louis, Cruveilhier, etc., ont publiés sur cette matière.

L'hépatite, on le présume déjà, est une maladie assez répandue, principalement chez les étrangers qui ne sont pas encore acclimatés. Cette affection se termine rapidement par suppuration ou par dégénérescence du tissu organique. L'atrophie du foie se rencontre souvent à différents degrés. Parmi les observations curieuses rapportées par M. Da Crux Jobim, nous croyons devoir signaler le cas fort remarquable d'un homme offrant tous les signes rationnels et sensibles d'une hypertrophie du cœur et chez lequel l'autopsie fit découvrir un énorme abcès

au centre du lobe droit du foie, et un autre plus petit dans le lobe de Spigel. Le cœur était parfaitement sain, ainsi que ses annexes.

Nous voici arrivés à l'examen d'une maladie fort remarquable et dont la première description appartient probablement à M. Da Crux Jobim.

Nous devrions peut-être ici, Messieurs, nous borner à une simple traduction; mais la crainte d'usurper l'emploi de votre temps nous oblige à nous renfermer dans une analyse aussi restreinte que possible.

Dans tout l'empire brésilien on désigne sous le nom d'*opilation* (1) un ensemble de phénomènes morbides d'autant plus singulier qu'il se produit quelquefois dans un temps très-court, bien que chacun de ces phénomènes, pris isolément, exigerait en Europe pour son développement la double condition d'un temps assez long et de circonstances spéciales.

Cette maladie, qui est très-répandue dans la classe indigente, consiste dans une altération bien évidente du sang, qui détermine consécutivement des désordres graves dans tous les organes.

Telle n'est pas cependant l'opinion des médecins américains, qui ne sont pas encore affranchis du joug parfois trop absolu de l'école du Val-de-Grâce. Pour eux, l'opilation ne reconnaît pour cause primitive et unique qu'une gastrite chronique et ils se fondent pour cela sur le ramollissement et l'épaississement de la muqueuse stomacale que l'on rencontre d'ordinaire à l'autopsie. M. Da Crux Jobim s'élève avec force contre cette manière de voir. Il croit, avec raison selon nous, que le sang peut être primitivement altéré dans sa composition chimique (2) et que s'il est

---

(1) En portugais *oppilaçáo*, opilation, obstruction.

(2) Les belles et récentes expériences de M. Magendie ne sont-elles pas propres à lever tous les doutes ?

vrai que cette altération soit rare dans les climats tempérés, elle est au contraire assez fréquente dans les pays chauds, dont les influences morbifères n'ont été qu'incomplètement étudiées jusqu'ici. On sait que M. Rochoux, qui a long-temps exercé la médecine aux Antilles, attribue à la même cause l'état habituel de pâleur, de langueur, d'indolence des habitans de ces régions.

Quoi qu'il en soit, l'opilation du Brésil, comme on le verra bientôt, offre beaucoup de ressemblance avec la sorte d'étiolement observé il y a plusieurs années, par M. le professeur Chomel, sur des mineurs d'Anzin : nous pensons que c'est la seule maladie d'Europe qu'on puisse lui comparer avec quelque exactitude. Nous n'exceptons pas la fièvre intermittente des marais, qui au premier coup-d'œil semblerait pourtant s'en rapprocher un peu.

Déjà en 1831 M. Da Crux Jobim avait proposé de remplacer le mot vulgaire et tout-à-fait impropre d'opilation par celui d'*anémie intestinale;* mais cette dénomination pouvant donner lieu à quelques erreurs, il propose aujourd'hui celle infiniment plus exacte, plus caractéristique, d'*hypoémie intertropicale.*

Cette maladie, qui paraît à M. Da Crux Jobim la succédanée des scrophules d'Europe, reconnaît pour causes principales un climat chaud et humide, le tempérament lymphatique, une *alimentation peu nutritive après un travail forcé,* l'abus des liqueurs alcooliques de mauvaise qualité, telles que le tafia, etc.; une vie sédentaire; les passions tristes. L'usage exclusif des féculents, tels que la farine de manioc, de maïs, de haricot, ou de toute autre substance non animalisée, est selon M. Da Crux Jobim une des causes puissantes de son développement. Ceux qui sont mal vêtus, non chaussés, qui dorment à l'air le soir, dans des cabanes ouvertes ou immédiatement sur la terre froide et humide, en sont attaqués en très-peu de temps. M. le docteur Lino-Coutinho a vu à Bahia, où l'hypoémie est commune, des soldats qui, pour se dispenser du service militaire, cou-

chèrent par terre, exposés au serein, et chez lesquels cette maladie se développa *presque d'un jour à l'autre.*

Les symptômes de l'hypoémie sont les suivants : Pâleur de la face et du corps, couleur jaune-verdâtre de la peau, qui est comme transparente. Les nègres eux-mêmes perdent peu à peu leur couleur naturelle. Le corps est sec ou plus ordinairement infiltré. Décoloration des lèvres et de toutes les muqueuses ; lividité des paupières, qui, au réveil, sont œdématiées ; expression triste de la physionomie et des yeux, qui se tournent languissamment; sclérotique bleuâtre, nacrée ; conjonctive blanche, sans aucune trace de vaisseaux capillaires ; disposition à la cataracte laiteuse ; flaccidité des chairs ; caractère morose, mélancolique, taciturne ; impossibilité d'une contention assidue de l'esprit ; dégoût ou anorexie complète ; cardialgie, dyspepsie, malacie, pica ou désir de manger des substances impropres à la digestion, telles que l'argile, le charbon, le sel, etc. Ce désir est quelquefois si irrésistible que M. Da Crux Jobim a vu des malades mordre avidement les couvercles ou les bords des vases à leur usage. Il cite entr'autres un hypoémique auquel, par mesure de sûreté, on avait appliqué un masque en fer-blanc, fixé par un cadenas. Ce malade parvint à s'en débarrasser pendant la nuit et se régala impunément d'un grand morceau de ce métal. Quelque temps après, il succomba à la suite d'une indigestion de fragments de poteries qu'il avait ramassés dans une cour de l'hôpital et que l'on trouva en grande quantité dans son estomac, ainsi que le morceau de fer-blanc ingéré précédemment.

La constipation est fréquente au début ; quelquefois il y a des nausées, des vomissements. Le pouls est vif, large, mou, ordinairement très-accéléré ; les battements du cœur et des carotides sont très-distincts ; bruit de soufile dans la région précordiale ; respiration accélérée, libre ou difficile ; pesanteur de tête, vertiges, scintillations, bourdonnement incommode et constant des oreilles ; fatigues avec violentes palpitations au moindre exer-

cice, que pour cette raison les malades évitent avec soin ; car s'il était prolongé ou excessif il pourrait déterminer des syncopes promptement mortelles. Exaspération des symptômes pendant la nuit; soulagement, quelquefois intermittence bien prononcée pendant le jour. Toutes les inflammations qui surviennent accidentellement pendant le cours de l'hypoémie sont suivies le plus souvent d'épanchements dans diverses cavités. Les membres inférieurs et la partie la plus déclive du malade, suivant la position qu'il choisit, sont toujours œdématiées ; les plaies sont incurables ; le pus est aqueux ; les vésicatoires fournissent une sérosité abondante ; ils se couvrent d'une couenne gélatineuse. La fièvre hectique ou une diarrhée colliquative amène la mort du malade.

Un décubitus prolongé ne produit jamais la gangrène, circonstance qui établit une grande différence entre cette altération du sang et celle qui existe dans la fièvre typhoïde. On sait, en effet, que la gangrène des téguments enlève un bon nombre des malades atteints de cette affection. M. Genest a publié, il y a quelques années, une série d'observations qui constatent ce fait, d'ailleurs facile à vérifier dans les grands hôpitaux.

M. Da Crux Jobim traite avec talent le diagnostic de l'hypoémie; il s'attache à faire ressortir les différences assez tranchées qui ne permettent pas de la confondre avec l'anémie produite par une grande hémorrhagie, avec la cachexie, le scorbut, et enfin avec la chlorose, qui, à notre avis, s'en rapproche bien davantage. Cependant, la chlorose attaque presque exclusivement les femmes et les enfants ; l'hypoémie, au contraire, sévit sur tous les sexes, sur tous les âges. La chlorose est assez souvent accompagnée d'anomalies, de désordres nerveux, tels que l'hystérie, la chorée, les horripilations passagères, de la suspension ou tout au moins de l'irrégularité des menstrues, ce qui démontre, selon M. Da Crux Jobim, que la détérioration du sang dépend, dans ce cas, d'un vice d'assimilation par suite

de la souffrance du système nerveux, qui paraît être le point de départ de la chlorose. Rien de tout cela n'existe dans l'hypoémie.

Le pronostic de cette maladie est relatif à son ancienneté, à son degré, à ses complications. Abandonnée à elle-même, elle tend à faire des progrès si le malade reste exposé aux mêmes influences. Au début et dans l'état simple, elle cède aisément. Les enfants guérissent quelquefois à l'époque de la puberté.

Passons maintenant aux altérations révélées par l'autopsie : Infiltration générale ou dessèchement du cadavre ; pâleur excessive de toutes les muqueuses; celle de l'estomac offre quelquefois des taches rouges ; mais le plus ordinairement elle a la blancheur éclatante du papier; elle est couverte d'un enduit muqueux, épais et mou, semblable à du caséum un peu consistant, d'une ligne d'épaisseur au moins ; elle se détache facilement avec l'ongle, et l'on trouve au-dessous d'elle la tunique musculeuse très-amincie, décolorée, à peine distincte. Quelquefois état squirrheux, dégénérescence complète de toutes les membranes gastriques, dont quelques portions, devenues presque cartilagineuses, crient sous le scalpel. Assez souvent on rencontre des perforations dans le voisinage de ces portions indurées. Les désordres s'étendent parfois jusque dans le duodénum. M. Da Crux Jobim les a vus également dans le gros intestin. Cette partie du tube digestif est ou rétrécie ou très-dilatée. Le colon descendant apparaît comme un second estomac.

Les ganglions mésentériques sont à l'état normal; rarement chez les enfants les rencontre-t-on gonflés ou rougeâtres. Le cœur est toujours plus ou moins dilaté, surtout dans ses cavités droites ; l'oreillette du même côté est amincie, transparente; les concrétions polypiformes ou plutôt fibrineuses sont abondantes dans cet organe. On en trouve d'analogues dans les diverses cavités séreuses, où il y a constamment accumulation de liquide. Le foie et la rate sont ordinairement sains, quelquefois ils sont hypertrophiés ou frappés de dégénérescence. Les poumons

sont moins rosés, souvent ils sont farcis de tubercules à différents états. Le système musculaire est partout plus mou, plus blanc.

Avant de suivre M. Da Crux Jobim dans l'exposé des expériences qu'il a tentées sur le sang des hypoémiques, nous devons avouer que tout ce qui a trait aux lésions cadavériques nous paraît au-dessous de l'importance de son sujet et peu digne des autres parties de son travail. Nous aurions désiré qu'il élaguât soigneusement tout ce qui est étranger à l'hypoémie, et qu'il s'attachât à préciser rigoureusement les altérations qui lui sont propres. En effet, les tubercules pulmonaires, le volume du foie ou de la rate sont sans valeur quant à l'hypoémie. Nous savons déjà que ces désordres doivent être communs à Rio-Janeiro, où la phthisie et les fièvres intermittentes enlèvent la moitié de la population.

Revenons aux expériences de M. Da Crux Jobim. Elles consistent dans l'examen comparatif du sang de deux individus depuis long-temps acclimatés, dont l'un paralytique et l'autre hypoémique à un faible degré. Chez le premier, âgé de 40 ans, onze onces de sang ont fourni deux onces de sérosité; chez le second, nègre de 35 ans, neuf onces de sang ont donné six onces et demie de sérosité; différence immense qui provient évidemment de la soustraction d'une grande proportion de fibrine chez l'hypoémique. Le calorique coagule également le sérum des deux malades. Il n'en est pas ainsi en le traitant par l'acide sulfurique. Cet acide coagule à peine la moitié du sérum de l'hypoémique, tandis que la coagulation est complète sur celui du paralytique; d'où l'on peut conclure qu'il y a moins d'albumine dans l'un que dans l'autre.

Les principales indications de l'hypoémie consistent à soustraire le malade aux causes occasionelles; à donner la plus grande énergie possible à la nutrition et à l'hématose; à éviter avec soin la satisfaction d'un appétit dépravé. Ces moyens suf-

fisent souvent pour prévenir un développement plus grand de cette affection.

Si nous passons au traitement de cette intéressante maladie, nous reconnaîtrons aussitôt l'insuffisance des moyens proposés pour la combattre. M. Da Crux Jobim conseille, au début, les vomitifs et les purgatifs pour détruire l'inertie du tube digestif ou expulser les mucosités ou les vers. Dans le même but, M. Lino-Coutinho emploie à Bahia le suc du figuier sauvage. Les toniques, en tête desquels il faut placer les préparations martiales, telles que la limaille, le citrate et le sous-carbonate de fer, sont les moyens qui réussissent le mieux à une certaine période de la maladie. Le sulfate de fer, à doses rationnelles, administré comme astringent, contre la diarrhée de la dernière période, compte anssi des succès. Le changement de climat peut seul amener une amélioration durable.

M. Da Crux Jobim termine son excellent mémoire par une analyse chimique de l'eau minérale d'Andrahy, petite ville à deux lieues de Rio-Janeiro. Nous croyons que cette eau, récemment découverte, contient une proportion de sous-carbonate de fer supérieure à toutes celles connues jusqu'ici. Son emploi dans le traitement de l'hypoémie pourra donc être d'une grande utilité.

Votre commission pense que par sa position, son amour pour la science qu'il professe et la variété de ses connaissances, M. Da Crux Jobim peut contribuer à perfectionner l'étude si intéressante des maladies sous les tropiques. Elle a l'honneur de vous proposer de l'admettre parmi vos correspondants et de le prier de vous transmettre toutes ses recherches ultérieures sur l'hypoémie intertropicale.

N. B. Ces conclusions sont mises aux voix et adoptées.

POÉSIE.

SUR L'INVENTION DE L'IMPRIMERIE,

TRADUIT DE QUINTANA, POÈTE ESPAGNOL.

Par M. Moulas, membre résidant.

Quoi ! verrai-je toujours l'ambition sanglante,
Du pouvoir absolu la faveur éclatante
Conquérir votre hommage, ô vous, fils d'Apollon,
Vous qui de l'avenir attendez un beau nom ?
Ne rougissez-vous pas ? le prix de la louange
Que de serviles vers obtiennent en échange,
Quoi vous le devriez à de grands noms flétris
Que l'histoire plus tard frappera de mépris ?
Levez-vous, que vos chants faibles, pusillanimes
Résonnent désormais libres et magnanimes.
Voulez-vous que la gloire, écho de l'univers,
Adopte le laurier dont vos fronts sont couverts,
Que vos chants épurés, dans leur beauté suprême,
Soient dignes à leur tour de l'univers lui-même.

Ah ! les peuples anciens, de ce tort innocents,
Ne prostituaient pas leur généreux encens.
L'autel où le génie offrait un sacrifice
Avait déjà reçu les dons du dieu propice.

Saturne naît, du soc il creuse le sillon,
La terre à cet appel, ouvrant un sein fécond,
Balance le trésor de ses moissons dorées.
Un doux concert s'élève aux voûtes azurées,
Saturne est proclamé Dieu de ce siècle d'or.
N'étais-tu pas un Dieu non moins puissant encor,
Toi dont l'art, maîtrisant la voix et la pensée,
Sut fixer pour toujours leur image tracée ?

Les siècles entassés sans toi se dévoraient,
Dans un gouffre fatal ils se précipitaient.
Tu parus. La pensée encore dans l'enfance,
A ta voix triomphant d'une triste impuissance,
Bientôt s'élance, vole, arrive à la hauteur
Où rien ne se dérobe à l'être observateur.
Là du passé la voix vient frapper son oreille,
Et l'obscur avenir pour lui déjà s'éveille.
Conquête inespérée, ô génie immortel,
Jouis avec orgueil de l'hymne solennel,
Que d'un si grand bienfait célébrant la puissance
Fait éclater pour toi notre reconnaissance.
Contemple ton ouvrage. Après un tel effort,
Avare de ses dons, la nature s'endort,
Comme si celui-là suffisait à sa gloire.

Pourtant elle s'éveille, et qui pourra le croire ?
Dans un nouveau prodige encore se complaît.
Aux bords du Rhin glacé Guttemberg apparaît.
« Sera-ce en vain que l'homme à force de génie,
En écrivant la voix, sut lui donner la vie ?
Quoi ! retenue au sein d'une obscure prison,
Elle ne franchit pas cet étroit horison ?
Aux flots de l'Océan ne suffit point un vase.

Le talent créateur qu'un feu divin embrase,
Pourrait-il dans un livre épancher tous ses dons ?
Que leur faut-il encor ? le vol ? trouvons-le donc.
Avec un type seul la nature féconde
De mille êtres égaux peuple, remplit le monde.
Imitons-la. Qu'un mot échappant à cent voix,
Doublé par cent échos, résonne autant de fois,
Et dans son vif essor égale la lumière. »

Il dit, la presse naît. A ce signal prospère,
Vous auriez vu, cédant à de sourds tremblements,
L'Europe s'ébranler jusqu'en ses fondements.
Un feu dont trop long-temps sommeilla la menace
Par les vents suscité vole embraser l'espace.
Adieu le château fort qu'ont fondé pour l'erreur
La stupide ignorance et le pouvoir menteur.
Le volcan s'est ouvert, une lave brûlante
Presse du vieux donjon la masse chancelante.
Dites, qu'est devenu l'affreux démon du mal,
Du Dieu de la colère enfantement fatal ?
Lui qui du Capitole osant fouler la cendre
Vint y placer son trône et de ce roc prétendre
Nous exterminer tous sous un sceptre abhorré.

Le monstre se débat, d'un bras désespéré,
Menace, mais déjà sa force qui décline
De toutes parts découvre une immense ruine.
Telle, assise au sommet d'un mont dominateur,
Une tour orgueilleuse étale sa hauteur.
Long-temps de ses créneaux protégeant leur bannière,
Elle servit d'asile aux enfants de la guerre.
Souvent les combattants, abandonnant ses murs,
Dans le camp ennemi portaient des coups plus sûrs.

Veuve de ses guerriers, maintenant désolée,
A l'horizon lointain sa grandeur isolée
Montre sous des débris cet aspect menaçant
Long-temps avec effroi contemplé du passant.
Mais le temps destructeur achève, elle s'écroule.
Sa masse formidable à grand bruit tombe, roule,
Et la contrée enfin dont elle fut le deuil
Sourit en la voyant expier son orgueil.

C'était pour la raison une palme de gloire ·
Ce fut là sur l'erreur sa première victoire.
Déjà l'intelligence avide de savoir
Embrasse l'univers pour le mieux concevoir.
Copernic, alongeant la tête dans les nues,
Découvre au firmament des routes inconnues ;
Y marque le berceau de cet astre pompeux
Qui, dispensant au monde un déluge de feux,
Forme de purs rayons le jour qui nous éclaire.
Sous ses pieds Galilée a vu tourner la terre :
Son aveugle pays rebelle à la raison
Lui décerne pour prix une infâme prison.
Notre globe pourtant par un arrêt stupide
Roule encore entraîné dans les plaines du vide ;
Et les astres brillants, image des éclairs,
Suivent confusément sa course dans les airs.
Mais Newton apparaît. Des hauteurs du génie,
Il calcule leurs pas, leur carrière infinie.
Ces orbes ont soumis leurs lois, leur action
A son principe heureux, et c'est l'attraction.

Mais au génie enfin que fait cette conquête ?
A quoi bon les lauriers qui couronnent sa tête ?
Que sert d'avoir saisi l'éternel mouvement

Qui régit l'atmosphère et l'humide élément ?
D'avoir su disséquer l'impalpable lumière,
A leur lit dérober en explorant la terre
Et l'or et le cristal ? Esprit audacieux,
Sur l'homme ton semblable arrête au moins les yeux.
Il m'obéit. Hélas ! son ame déchirée
Exhale la douleur dont elle est dévorée.
« Quoi ! le monde moral n'est qu'un amas d'horreurs.
Partout la tyrannie, et ses lâches fureurs.
J'entends le bruit des fers de l'un à l'autre pôle,
Et l'homme servirait encore cette idole !
Ah ! ne le souffrons pas. » Les despotes troublés
Ont vu dans ces seuls mots leurs forfaits dévoilés,
Par la flamme et le fer ils hâtent la vengeance.

Insensés, vos efforts trahissent l'impuissance,
Les lueurs des bûchers que vous nous présentez,
Servant la vérité que vous persécutez,
Sont autant de fanaux ajoutés à sa gloire,
De torches éclairant sa brillante victoire.
D'un immortel amour adorant sa beauté,
Mon œil la voit, mes pas suivent la déité;
Ni le fer menaçant ni la flamme terrible,
Ne m'en éloigneront. Nous est-il donc possible
De rétrograder ? Non, contemplez ce flot pur
Que le Tage balance en son miroir d'azur;
Le voyez-vous jamais remonter vers sa source ?
Dans les champs de Thétis il accomplit sa course,
Des monts et des rochers retardent son chemin.
Mais qui pourrait changer les arrêts du destin ?
L'Océan le réclame et joyeux il s'y mêle.

De jours plus fortunés la gloire se révèle,

Un mortel, secouant l'aveuglement commun,
Dissipe de l'erreur le prestige importun.
D'une puissante voix il éclaire le monde,
Et jette de nos droits la semence féconde.
L'homme est libre, dit-il, et ce cri solennel
Échappé de sa bouche est avoué du ciel.
L'écho de Guttemberg aux mille voix nouvelles
Le transporte partout sur ses magiques aîles.
Il a franchi les monts, vole au-delà des mers.
En dépit des tyrans et des trônes pervers
Triomphe cet accent qui dans l'air au loin vibre,
Ce cri de la raison : Désormais l'homme est libre !

Quoi ! libre ? il est donc vrai ! de quelle volupté
En entendant ce mot mon cœur a palpité.
Le Dieu qui m'inspirait, sur des aîles de flamme,
Dans l'Olympe éclatant vient de ravir mon ame.
Qu'êtes-vous devenus, mortels qui m'écoutiez ?
Perdu dans mon transport, je vous cherche à mes pieds.
Des célestes hauteurs je vois les destinées
De leurs portes de fer, trop long-temps condamnées,
Faire rouler les gonds ; les temps se dévoiler
Et l'avenir obscur à moi se révéler.
Tout est calme, déjà s'exilent de la terre
L'ardente ambition et l'implacable guerre.

Ces monstres en pleurant s'envolent loin de nous ;
Comme l'on voit la peste et l'ouragan jaloux
Déserter nos climats lorsqu'un ordre d'Éole
A rappelé les vents qui soufflaient vers le pôle.
Chaque homme, convaincu de son égalité,
Pour la reconquérir se lève avec fierté ;

O triomphe ! il n'est plus de tyrans ni d'esclaves.
Partout la liberté circule sans entraves.
L'amour, la douce paix habitent l'univers.
Dieu de son trône d'or recueille leurs concerts.
Il abaisse sur l'homme un regard de tendresse,
Fait descendre en son sein la riante allégresse,
Et daignant l'entourer de son bras protecteur,
Il lui verse à longs flots des trésors de bonheur.

Voyez-vous dans les airs monter cette colonne,
Ce colosse hardi dont la grandeur étonne ?
Ce ne sont point ici les honteux monuments
Au lâche égyptien imposés pour tourments ;
Ces tombeaux décorés du nom de Pyramides,
Tribut d'un peuple esclave à des maîtres stupides.
Sans cesse devant lui fume le pur encens
Qu'offrent à Guttemberg les cœurs reconnaissants.
Faible remercîment pour un bienfait immense !
Gloire, gloire à celui dont la toute-puissance
De la force brutale abattit le pouvoir
Et de l'intelligence a marqué le devoir ;
Qui sut éterniser la vérité féconde !
Gloire, gloire sans fin au bienfaiteur du monde !

A L'EXPÉDITION ESPAGNOLE

POUR INTRODUIRE LA VACCINE EN AMÉRIQUE, SOUS LA DIRECTION DE DON FRANÇOIS BALMIS (DÉCEMBRE 1806),

(Traduit du même),

Par M. MOULAS, membre résidant.

Salut, vierge du monde, innocente Amérique,
Qui lèves vers le ciel ta couronne pudique!
De trésors d'abondance il enrichit ton sein,
Et de grâce para ton front pur et serein.
Des filles de la terre, ô toi la plus aimable,
A qui le sort devait un regard favorable,
Est-il vrai que sur toi, déployant sa rigueur,
Il flétrit ta beauté dans sa plus douce fleur?
Ah! si jamais mes yeux, parcourant ton histoire,
T'ont refusé des pleurs; dans ma triste mémoire
Si tes maux n'ont gravé l'horreur et la pitié,
Sur moi du Dieu vengeur tombe l'inimitié!
De la noble vertu qu'il exile mes traces.
Pour dernier trait enfin couronnant mes disgrâces,
Qu'il m'impose le nom de tes persécuteurs,
Du plus sacré des droits affreux violateurs!

En sanglant caractère, au livre de la vie,
Sont déposés tes cris contre la tyrannie.

Ils invoquent le ciel, accusent mon pays.
Ah! taisons-les du moins par respect pour ses fils.
Déplorons des succès dont l'honneur fut victime.
La gloire n'est jamais où se trouve le crime.
Pourtant ce crime encor n'est-il pas effacé ?
Trois siècles malheureux sur l'Espagne ont passé.
Tu ne vois plus en nous ces vainqueurs homicides,
Au bout de l'univers portant des pas cupides,
Et qui te surprenant dans les bras du sommeil,
Par le sang et les fers hâtèrent ton réveil.

« Espagnols, il est vrai, pour moi, luit un autre âge ;
Mais un nouveau malheur épuise mon courage.
Je pourrais oublier de coupables vainqueurs
La fatale avarice et les tristes fureurs :
Ces crimes sont du temps et non pas de l'Espagne ;
Mais sur tant d'autres maux dont l'essaim m'accompagne,
Ne dois-je pas pleurer ? Venez, contemplez-moi,
Si vos yeux cependant le peuvent sans effroi.
Un horrible fléau que lancèrent vos flottes,
Depuis votre départ empoisonne nos côtes.
Comme un fer ennemi ravage les forêts,
Comme un impur serpent darde au passant ses traits ;
Le monstre destructeur, au teint pâle et livide,
Nous verse les poisons d'une haleine fétide.
Voyez-le s'irriter. Voyez contre un tombeau
Mes enfants, mes amours, échanger leur berceau !
Maîtres de l'Amérique, elle vous en supplie,
Sauvez, sauvez du moins les restes de sa vie.
Une race a péri par vos mains. Voulez-vous
Que mille autres encor expirent sous vos coups ?
Cependant succombant au mal qui la dévore,
Elle vous tend les bras et sans fruit vous implore. »

Sa plainte douloureuse ainsi frappait le ciel ;
Prenant enfin pitié de ce trouble mortel,
La nature, toujours attentive à notre aide,
Du fléau destructeur indique le remède.
Dans les champs d'Albion, de ce trésor nouveau
Sa riche main dota l'amante du taureau.
Le docile animal le garde en ces mamelles
D'où le lait jaillissant en sources naturelles
Court porter aux humains la vie et la santé.
Jenner a le premier découvert sa bonté.
Chaque mère dès-lors, étrangère aux alarmes,
Ouvre à l'espoir des yeux long-temps mouillés de larmes,
Et presse tendrement ses fils contre son sein.
La Vierge ne craint plus qu'un virus assassin
Ronge son teint de lis et sa bouche de rose.
De l'Europe Jenner a bien servi la cause,
Et l'Europe applaudit à ses heureux efforts.
Déjà ne mettant plus de borne à ses transports,
Elle grave son nom au temple de mémoire
Et veut que des autels s'élèvent à sa gloire.

A l'électrique feu d'une aussi noble ardeur,
D'un Espagnol jaloux s'est allumé le cœur.
« Ce n'est pas maintenant, dit-il, que ma patrie
Méconnaîtra ses droits, sa coutume chérie.
Souvent l'invention est un fruit du hasard,
Qu'un Anglais en jouisse. Une assez belle part
Nous est encor laissée. Il faut que notre Espagne,
Dont la gloire toujours se montra la compagne,
Se fasse reconnaître à ce qu'elle entreprend:
Apportons le remède où le mal est plus grand.
Oui, je veux y voler. C'est un Dieu qui m'anime.

Du terrible océan que m'importe l'abîme,
Et des flots et des vents le courroux déchaîné ?
A sauver un pays je me sens destiné.
Au sein de l'Amérique, objet de mon envie,
Je sémerai les fruits de l'arbre de la vie. »

Balmis ainsi s'écrie. A peine les échos
De sa bouche fidèle ont recueilli ces mots,
Livrant au doux zéphir la voile impatiente,
Un navire s'apprête à remplir son attente.
L'Argonaute, chargé de son dépôt sacré,
Et hâtant de ses vœux le terme désiré,
Y monte. Protégez sur la liquide plaine
Le héros voyageur dans sa course lointaine,
O mers ! et que vos flots se courbent devant lui.
Balmis est des humains le bienfaiteur, l'appui ;
L'espoir d'un monde entier repose sur sa tête.
Dieu ! réservez la foudre et lancez la tempête
A ces lâches mortels dont les perfides pas
Pour des arides bords quittent d'heureux climats,
Cachant sous les dehors d'une vaine richesse
L'avarice honteuse et l'infâme bassesse.

Ah ! veillez sur Balmis ! ô mortel généreux
Tourmenté du besoin de faire des heureux !
Poursuis ton digne emploi ; mais l'aspect redoutable
D'un océan toujours menaçant, indomptable,
Ses abîmes sans fond ouverts pour t'engloutir,
Et d'affreux tourbillons tout prêts à t'assaillir ;
Des bancs et des écueils la perfide menace,
Où du hardi nocher vient expirer l'audace ;
Des périls que tu cours ne sont pas les plus grands.
L'homme ingrat, insensible aux soins que tu lui rends,

Champion de l'erreur, dans sa fureur impie,
Par une autre tourmente éprouvera ta vie ;
L'homme ennemi constant des plus nobles projets ;
Apprends à tout braver ; ne vois que le succès.
Et quand viendra le jour de cette amère lutte,
Songe que le mérite à la haine est en butte.
Que pour nous couronner de son divin éclat,
La gloire attend de nous un pénible combat.

Mais tu touches au port, et la jeune Amérique
A déjà salué ta voile pacifique.
Dans ses veines admis, le pouvoir bienfaiteur
Bientôt a conjuré le venin destructeur.
Ce succès t'enhardit. L'ardeur qui te dévore
Aux royaumes voisins du Gange et de l'Aurore
Emporte au loin ta proue, et l'océan austral
Est étonné de voir ton pavillon rival
Flotter sur les déserts de son immense empire.
Luçon t'a reconnu, te bénit et t'admire.
On dit qu'à ton aspect, chez les sages Chinois,
Le grand Confucius, qui leur donna ses lois,
Sorti de son tombeau, s'écrie avec surprise :
Mon génie est jaloux d'une telle entreprise.

O grand homme ! elle était digne de la vertu
Pour qui ton noble cœur a toujours combattu ;
Digne de cet esprit de raison, de lumière,
Éclairant ton pays dans un âge prospère,
Et dont il réfléchit d'éclatantes lueurs.
Balmis, reste à jamais sur ces bords enchanteurs.
Le laurier dont ton front réclame une couronne,
Ce n'est plus aujourd'hui l'Europe qui le donne.
Trop fortuné mortel coule ton dernier jour

Aux lieux où l'innocence a fixé son séjour.
Erre sous ces berceaux chers à l'indépendance,
C'est là que couronnant ta plus douce espérance,
La voix d'un peuple entier portera jusqu'aux cieux
Ton éminent service et ton nom glorieux.
Trop vite, d'un tribut renaissant d'âge en âge,
Les ombres du tombeau te cacheront l'hommage.
Permets, en attendant, que mon luth consacré
Vienne t'offrir ce chant par toi-même inspiré.

NÉCROLOGIE.

DISCOURS PRONONCÉ PAR M. TH. LESTIBOUDOIS,

Au nom de la Société,

SUR LA TOMBE DE M. DAMBRICOURT,

Membre résidant.

SÉANCE DU 19 JANVIER 1838.

La Société royale des Sciences déplore aujourd'hui la perte de l'un de ses membres les plus recommandables et les plus aimés. Dambricourt s'est éteint au milieu de nous ; il s'est éteint plein de jeunesse, plein de pensées nettes et vigoureuses, plein d'avenir.

Oh ! c'était un douloureux spectacle de voir cet homme qui promettait encore tant d'années à son pays et à notre amitié, entraîné par une maladie inexorable, par une impitoyable destruction. Sa tranquillité était complète, sa sérénité encore inaltérable ; mais, lui vivant, nous pleurions déjà sa mort.

Chaque jour, à chaque heure, les ravages de sa dernière maladie étaient si hâtés, qu'ils nous épouvantaient et qu'ils pouvaient, non ébranler sa puissante raison, mais l'étonner et la surprendre. Quand il nous souriait et nous pressait la main, c'était des adieux que nous lui faisions ; quand il nous parlait, c'était des pensées dernières que nous nous empressions de recueillir : fatalement, il allait à la mort. Situation déplorable

et déchirante à voir, pour nous surtout, qui savions ce que valait l'homme que nous allions perdre, qui avions connu son cœur si affectueux, qui avions apprécié les qualités éminentes de cette ame si belle et si simple, qui avions mesuré l'énergie de cet esprit si ferme, si calme, si positif.

Nous l'avons vu dans les débats scientifiques : comme sa raison était froide et droite ! comme son analyse était profonde ! comme sa logique était rigoureuse et opiniâtre ! mais comme son cœur restait affectueux ! Il semblait aimer davantage ceux qui le combattaient avec le plus de vivacité.

Nous l'avons accompagné dans ses travaux politiques : il y transportait son intelligence supérieure et les précieuses qualités de son cœur. Bon, conciliant, dévoué, tolérant, il n'eut de haine que pour la mauvaise foi. Prêt à tous les sacrifices pour la cause qu'il avait embrassée, cet homme, habituellement si paisible, si froid en apparence, stoïque même, nous l'avons vu s'animer parfois et montrer plus d'élan et d'activité qu'aucun de nous.

Mais c'était surtout dans la vie intime que Dambricourt se montrait le meilleur des hommes et qu'il épanchait les trésors de son ame aimante et bonne. Aussi, comme sa famille le chérissait ; combien ses amis avaient d'affection pour lui. Quel amour et aussi quelle vénération l'entouraient ; car, lui si jeune encore, il avait dans ses habitudes quelque chose de si solennel, sa parole était si pleine de quiétude et de bonté, sa pensée était si sérieuse et si bienveillante, que tous le considéraient comme le père et le chef d'une famille antique.

Ce citoyen si éminent et si aimé, la cité vient de le perdre ! Tu nous a quittés, Dambricourt ; cette tombe va t'enfermer pour toujours ! Mais tu ne périras pas tout entier pour le monde : tes exemples serviront encore ton pays quand la terre se sera emparée de ta dépouille mortelle. Ton souvenir vivra parmi nous ; tes lucides idées nous resteront ; dans nos discussions, tes

principes viendront éclairer nos esprits; ta voix grave et ferme retentira encore dans nos assemblées; ton analyse puissante nous guidera encore; car nous, qui t'avons connu, nous, qui avons travaillé avec toi, qui avons agi tant de fois dans une commune pensée, nous demanderons souvent, dans les circonstances difficiles : qu'aurait fait Dambricourt ? et les résolutions que tu nous inspireras nous consoleront de la perte de celui qui fut un ami si sûr, un citoyen si dévoué, un collaborateur si universellement apprécié.

Adieu ! homme de bien ! adieu, mon ami ! l'affliction universelle qu'excite ta mort est la récompense de ta courte et belle vie; un pieux et éternel souvenir sera la continuation de notre amitié.

PROGRAMME

DES PRIX PROPOSÉS PAR LA SOCIÉTÉ

POUR ÊTRE DÉCERNÉS EN 1838.

Conformément à sa délibération du 1.er décembre 1837, la Société royale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille, décernera en séance publique, le 29 juillet 1838, les prix suivants :

INDUSTRIE AGRICOLE.

I.

Culture du mûrier blanc.

La culture du mûrier blanc, tentée avec succès dans plusieurs contrées voisines et soumises aux mêmes conditions atmosphériques permet d'espérer la réussite de cette culture dans l'arrondissement de Lille. Des expériences faites avec soin ayant démontré que la culture en haie plutôt qu'en pépinière pouvait devenir très-avantageuse dans nos campagnes, la Société propose une prime de 300 francs en faveur de nouveaux essais bien entendus de la culture du mûrier blanc en haie (200 mètres au moins) dans l'arrondissement de Lille.

II.

Houblonnières.

La Société décernera une prime de 200 francs pour l'établis-

sement, en 1837-1838, d'une nouvelle houblonnière d'au moins 40 ares, et une prime de 100 francs pour l'établissement, pen-la même année, d'une houblonnière d'au moins 20 ares.

Les propriétaires des nouvelles houblonnières, les plus étendues et les mieux cultivées, auront le plus de droits aux primes proposées.

III.

Expériences agronomiques.

1.° Deux primes de 75 francs seront données aux cultivateurs qui auront planté du blé en ligne sur une étendue de terre d'au moins 50 ares. Ils devront rendre compte à la Société des frais de plantation, du prix et de la quantité du blé planté, des produits de la récolte en blé et en paille; ils déduiront des résultats obtenus les avantages de cette méthode de plantation sur celle du semis à la volée.

2.° Une médaille de la valeur de 100 francs est offerte à l'auteur des meilleures observations sur l'emploi des pulpes de betteraves et des mélasses pour la nourriture des bestiaux. La Société désire connaître tous les avantages et les inconvénients que présente l'emploi de ces matières aux diverses époques de l'année.

3.° Une médaille de la valeur de 200 francs à celui qui indiquera un moyen économique pour empêcher l'action des gelées précoces sur les betteraves non déplantées et celle des fortes gelées sur les betteraves en silos.

IV.

Instruments.

La Société décernera :

1.° Une médaille de la valeur de 200 francs à celui qui aura inventé ou importé dans l'arrondissement de Lille un instrument

de culture dont l'adoption présentera l'utilité la plus grande et la plus générale.

2.° Une prime de 300 francs à celui qui établira un manège ou tout autre moteur appliqué aux divers travaux qui s'exécutent habituellement dans les fermes : à battre le beurre, hacher la paille, couper les légumes, écraser les tourteaux, vanner, puiser de l'eau, broyer les graines, etc., etc.

3.° Une prime de 300 francs à l'inventeur d'une machine à bras qui, sans briser la paille plus que ne le fait un fléau, sera reconnue propre à battre et à vanner les blés avec économie, de manière à donner un produit supérieur à celui que donne ordinairement un batteur en grange pour le travail d'un jour.

V.

Bergers. — Valets de charrue.

Il sera accordé :

1.° Une houlette d'argent de la valeur de 50 francs à celui des bergers de l'arrondissement de Lille qui présentera un certificat constatant :

1.° Qu'il demeure depuis vingt-cinq ans au moins chez le propriétaire du troupeau ;

2.° Que sa conduite est irréprochable ;

3.° Qu'il n'a jamais commis de délits ruraux.

Le certificat énoncera le nombre des brebis qui composent le troupeau et celui des agneaux mis bas pendant l'année. A mérite égal, la Société donnera la préférence au berger qui aura conservé le plus d'agneaux proportionnellement au nombre des brebis confiées à ses soins.

2.° Une gerbe d'argent de la valeur de 50 francs au maître-valet de l'arrondissement de Lille qui présentera un certificat constatant :

1.° Qu'il demeure depuis cinq ans au moins chez le même fermier ;

2.° Qu'il est d'une conduite et d'une probité irréprochables ;

3.° Qu'il soigne bien les chevaux et économise les fourrages ;

4.° Qu'il trace bien un sillon et se fait remarquer par son habileté à exécuter les différents travaux dont il est chargé.

Les certificats concernant les bergers et les valets de charrue devront être signés par trois des principaux cultivateurs de la commune, et confirmés par l'avis du maire de la commune.

VI.

Taureaux. — Génisses.

1.° Trois primes de 100 francs aux cultivateurs qui auront introduit ou élevé dans l'arrondissement les trois plus beaux taureaux de race hollandaise, de race flamande, ou métis de ces deux races.

2.° Trois primes de 100 francs aux cultivateurs qui auront élevé les trois plus belles génisses de race hollandaise et flamande.

Les taureaux devront être âgés d'un à deux ans et être destinés à faire, pendant un an, le service de la monte. Les prix seront mis en dépôt jusqu'à l'accomplissement de cette dernière condition.

L'âge exigé pour les génisses est d'un an à deux ans. La Société désire qu'on les destine à la reproduction et qu'elles ne soient saillies qu'après l'âge de trois ans accomplis.

Des certificats en due forme devront constater que les élèves sont nés chez le cultivateur qui les présente au concours.

La Société, persuadé qu'un exposée fidèle de l'état actuel de l'économie rurale dans l'arrondissement de Lille contribuerait à généraliser les meilleures méthodes de culture et pourrait exercer une influence puissante sur la prospérité du pays, offre une

médaille de la valeur de 300 francs à l'auteur du mémoire le plus complet et le plus exact sur la statistique agricole de l'arrondissement de Lille.

Une médaille d'or de la valeur de 500 francs sera décernée à l'auteur du meilleur traité élémentaire d'agriculture à l'usage des écoles primaires du département du Nord.

INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE.

Mélasses.

La Société décernera une médaille d'or de la valeur de 200 francs à l'auteur du meilleur mémoire sur les moyens d'apprécier comparativement la valeur des mélasses destinées à la distillation et sur les causes auxquelles doivent être attribuées les grandes différences qui existent dans la quantité d'alcool que produisent les mélasses de betteraves. La Société attache une grande importance à la connaissance d'un procédé prompt et à la portée des manufacturiers, pour apprécier la valeur et la qualité des mélasses.

LITTÉRATURE.

Histoire littéraire, scientifique et industrielle de la Flandre française.

Bien qu'il existe des documents sans nombre sur l'histoire des progrès de l'esprit humain dans cette contrée, on peut dire cependant que l'Histoire littéraire et scientifique de la Flandre, aussi bien que celle de son commerce et de son industrie, n'a point encore été écrite. La Société ne demande pas que les concurrents embrassent cette histoire tout entière; ce serait un cadre beaucoup trop vaste pour un mémoire académique; elle se borne à appeler leur attention sur la brillante époque de la domination des ducs de Bourgogne; elle offre donc :

1.° Une médaille d'or de la valeur de 300 francs à l'auteur du

meilleur tableau des sciences, de la littérature et des arts dans la Flandre française, depuis l'avènement de Philippe-le-Hardi, en 1384, jusqu'à la mort de Charles-le-Téméraire, en 1477.

2.° Une médaille d'or de même valeur au meilleur mémoire sur l'état de l'industrie et du commerce dans la Flandre française durant les mêmes époques.

La Société se réserve de décerner en outre des médailles et des primes aux auteurs de quelque découverte ou de quelque perfectionnement non compris dans le présent programme; elle s'efforcera toujours d'encourager et de récompenser les travaux qui pourront contribuer au progrès des sciences, de l'agriculture et des arts, surtout lorsque ces travaux s'appliqueront aux intérêts ou aux besoins du département du Nord.

CONDITIONS DU CONCOURS.

Les cultivateurs qui désirent concourir pour les médailles et primes offertes en faveur de l'économie rurale, devront faire connaître leur intention avant le 1.er *juin* 1838, *par une lettre d'avis, à* M. HAUTRIVE, secrétaire de la commission d'Agriculture, *auquel devront également être adressés, pour la même époque, les certificats concernant les bergers et les valets de ferme.*

Les mémoires et notices présentés au concours seront adressés, avant le 1.er *juillet* 1838, *à* M. MILLOT, secrétaire-général de la Société. *Ne seront admis à concourir que les mémoires inédits et qui n'auront pas été présentés à d'autres sociétés académiques. Chaque mémoire portera une épigraphe reproduite sur un billet cacheté contenant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce billet ne sera ouvert que dans le cas où le concurrent aura obtenu une récompense.*

Le président de la Société,
LEGLAY.

Le secrétaire de la commission d'agriculture,
A. HAUTRIVE,
D. M. P.

SÉANCE PUBLIQUE DU 28 JUILLET 1837.

Le 28 juillet 1837, la Société royale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille, réunie extraordinairement à la Société d'Horticulture du département du Nord, a procédé, en séance publique et solennelle, à la distribution des prix accordés par ces deux Sociétés.

M. le préfet, qui présidait, a ouvert la séance par le discours suivant :

« Messieurs,

» C'est la septième fois que j'ai l'honneur de présider cette réunion ; c'est la septième fois que le devoir me serait imposé de traiter avec développements le sujet qui nous rassemble, si je ne savais qu'après moi le soin en est confié à un orateur que nous sommes impatients d'entendre.

» Dans tous les temps, les magistrats ont présidé aux fêtes publiques, et dans les jeux olympiques de la Grèce, dans les cirques de Rome, les tournois du moyen-âge, dans les luttes de l'intelligence comme dans celles de la force ou de l'adresse, la puissance publique a toujours été présente dans la personne de l'un ou de plusieurs de ses dépositaires.

» C'est elle qu'on veut honorer quand on lui donne le premier rang dans ces solennités, mais, en même temps, on lui rappelle ce qu'elle doit de soins, de protection à tout ce qui tend au perfectionnement, au bonheur et à la gloire de la société.

» *Labourage et pâturage sont les deux mamelles de l'État*, disait un grand ministre. Par cette définition vraie, énergique, Sully a rabaissé des prétentions orgueilleuses, mais sans fondements solides, pour reporter à leurs places ces nobles professions par qui vivent, s'enrichissent et se perpétuent les générations humaines.

» J'ai toujours considéré comme un sophisme ou comme une erreur cette doctrine qui, séparant ce qui me semble inséparable, abaisse la pratique au profit de la théorie, et fait une part trop inégale à l'intelligence spéculative aux dépens du labeur qui produit, modifie ou conserve. Je n'ai point de dédain pour les dons matériels, et j'ai quelquefois de la méfiance pour ceux que l'esprit, fait d'une certaine façon, nous promet.

» L'art de vaincre est, dans certaine école, traité comme l'exploitation brutale de la force matérielle. C'est une injustice, car dans les savants et terribles jeux de la guerre, le génie commande en souverain au bras qui exécute, et c'est là que l'homme intellectuel atteste surtout sa céleste origine.

» C'est aussi avec une impardonnable témérité que, trop long-temps, l'orgueil a dédaigné nos campagnes, et que le faux savoir s'est parfois arrogé une supériorité que je lui dénie sur ces immenses et laborieuses populations qui, le front baissé sur le sillon qu'elles entr'ouvrent, sentent qu'elles aussi ont leur part de l'émanation divine.

» Dans les courts intervalles où mes devoirs m'ont permis de séjourner aux champs; à ces époques, qui ne s'effacent jamais de la mémoire, où nos lois nouvelles, appelant à des droits politiques tous ceux qui remplissent leurs conditions, j'avais à rechercher les entretiens, l'estime, les suffrages des cultivateurs; combien de fois j'ai été surpris de trouver, sous le chaume comme dans la ferme opulente, comme dans la maison somptueuse qui fut le château, un sens parfait, des connaissances positives, des instructions utiles, des observations très-

judicieuses, bien souvent de l'esprit et de l'esprit de bon aloi.

» Ici, Messieurs, dans ces champs si bien cultivés qui nous environnent, dans cette Flandre qui, tout entière, est une ferme modèle, j'ai fait une bonne et ample récolte dans les entretiens des laboureurs. Cette science des engrais, poussée si loin dans vos campagnes, est le résultat de méditations profondes et d'expériences appréciées avec une remarquable sagacité. J'ai trouvé des chimistes dans les champs, et il ne leur manquerait guère pour siéger parmi nos sociétaires que d'ajouter aux connaissances acquises celle des nomenclatures scientifiques.

» Ce que je vous dis, Messieurs, les anciens le pensaient. J'en apporterai en preuve une anecdote que nous devons à Pline le naturaliste, et que l'abbé Delille a ornée de ses vers enchanteurs. Je laisserai parler Pline :

» Un affranchi romain, Caïus Furius Cresinus, obtenait plus » de produits de son petit champ que les plus grands cultiva- » teurs du voisinage. Il excita leur envie; cette envie s'exalta » comme si, par des enchantements, il eût attiré chez lui les » récoltes des autres.

» Dénoncé au préteur, et assigné à comparaître à jour fixe, » il craignait d'être condammé, et se troublait à la pensée de » trois tours de suffrages.

» Il prit le parti de faire porter au pied du tribunal tout son » attirail des champs; des chars bien construits, des socs » pesants, des instruments de labourage et de jardinage per- » fectionnés.....

» Ses esclaves, tous bien soignés, bien vêtus, brillants de » santé, lui servaient de cortège. « Voilà, Romains, s'écria-t-il, » mes enchantements !... Je regrette de ne pouvoir déposer à » la barre mes veilles, mes longues méditations et les sueurs » que j'ai répandues.... Caïus Furius Cresinus fut absous d'une » voix unanime. En effet, ajoute le savant naturaliste, c'est

» l'intelligence plus que la dépense qui fait valoir la culture. » Aussi nos pères disaient-ils que l'œil du maître était le moyen » de fécondation le plus puissant pour les terres.... »

» Nous avons aussi, Messieurs, dans nos campagnes, un bon nombre de Caïus Furius Cresinus, et plus d'un sage que le tumulte et les discordes des villes y ont rejeté s'est étonné comme moi de recevoir auprès d'eux tant de bonnes leçons.

» Mais l'homme des champs, de quelques dons naturels qu'il ait été doué en naissant, et quoi qu'il ait acquis par la pratique, voué à un travail incessant, n'a pu généralement obtenir celui de bien dire ou de consigner avec élégance de style sur le papier ses remarques et ses pensées. Les écoles qui se multiplient sous les auspices d'un pouvoir réparateur ne les laisseront pas inférieurs, sous ce rapport, aux cultivateurs de l'Angleterre et d'une partie du Nord de l'Europe.

» L'homme des champs redoute les innovations; il les sent, il les désire, et ose rarement les tenter; il y va de son existence, de celle de sa famille, de son honneur, de tout son avenir. Il s'abandonne, en sa circonspection naturelle, à la routine. Dans ce qu'ont fait ses pères il trouve une garantie, il s'arrête devant leur exemple; du fond de la tombe paternelle, près de laquelle il passe plusieurs fois par jour, il lui semble qu'une voix lui crie de ne pas *oser*.

» C'est à la science à raffermir ses pas. C'est là que commence le rôle des théories et des enseignements rationnels. Qu'il vienne auprès de vous, Messieurs, ou plutôt allons au-devant de lui; que nos mains pressent avec respect ses mains durcies par le travail et lui prêtent secours; que vos paroles fassent entrer la conviction dans son ame incertaine; que vos mémoires répandus soient la lecture de la veillée du village ou des longues soirées d'hiver sous le manteau de la cheminée rustique.

» Voilà, Messieurs, une noble et patriotique propagande. Elle appartient aux sociétés d'agriculture, elle est digne d'en-

flammer leur zèle, et elles devront de belles conquêtes à cette généreuse alliance de l'instruction avec le travail. Les comices agricoles et leurs brillants concours se multiplient, et pourquoi, dans cette belle Flandre, l'agriculture n'aurait-elle pas ses kermesses ?

» Du reste, je m'étonne, Messieurs, que, de toutes les parties de la France, les familles ne confient pas à vos cultivateurs leurs fils, pour qu'auprès d'eux ils fassent l'apprentissage de leur culture si bien entendue, si variée, si féconde. J'ai plusieurs fois exprimé le vœu que l'État accordât aux cultivateurs qui recevraient des apprentis une prime pour que le laboureur pauvre, comme le laboureur aisé, pût s'instruire auprès d'eux.

» Tous les arts s'apprennent chez des maîtres et, devenus compagnons, les apprentis font ce qu'ils appellent leur tour de France. Pourquoi nos apprentis cultivateurs, devenus premiers garçons de ferme et de labour, n'iraient-ils pas, tout en retournant vers leur toit natal, répandre avec eux, par leurs leçons récemment apprises et les exemples par eux puisés auprès des maîtres, les bons préceptes et les bonnes méthodes ?

» Messieurs, tout sera facile, lorsque des communications qui tiennent du miracle rapprocheront les distances et transporteront les voyageurs avec une rapidité presque égale à celle de l'oiseau qui fend les airs.

» Cette grande innovation s'accomplira sous peu d'années ; cette ville, rattachée à Paris, Bruxelles et Londres par les *railways*, deviendra *le point milieu* des plus importantes relations commerciales, et c'est alors que le commerce, marchant parallèlement avec l'agriculture, portera notre France si chère au plus haut degré de prospérité. Déjà, sous peu de jours s'ouvrent les enquêtes. J'avoue que ma main tremblait d'émotion et par pressentiment de l'avenir, en signant l'arrêté qui les ordonne.

» J'ai dit, en commençant, que la puissance publique devait protection spéciale à l'agriculture. Ces routes qui se multiplient,

ces canaux qui se perfectionnent, ces rivières creusées et rendues à une navigation meilleure, ces ports sans cesse améliorés, cette ferveur qui éclate sur tous les points de la France et surtout de ce pays, n'est-ce point là, Messieurs, des témoignages que l'État paie consciencieusement et généreusement sa dette ?

» Ces biens, Messieurs, c'est la liberté qui nous les donne ; c'est la liberté telle que Dieu l'a faite et non telle que les passions humaines la défigurent.

» Le plus aimable des poètes de Rome, en contemplant son domaine baigné des eaux de l'Anio, là ou nous voyons aujourd'hui un humble couvent de moines de St.-François, s'écriait dans ses transports de joie :

Deus nobis hæc otia fecit.

« Ces doux loisirs, c'est un Dieu qui nous les a faits. »

» Et il tenait ses regards fixés sur le palais de Mécène et ses brillantes cascatelles situées en face de son manoir.

» Ces biens, disons-nous, diront nos neveux, c'est la liberté qui nous les a donnés, et alors régnait Louis-Philippe !!!

» Messieurs, César tonnait sur l'Euphrate quand Virgile écrivait ses Géorgiques.

» La guerre extérieure, la guerre civile exerçaient leurs ravages quand le Virgile français, Delille, terminait ses poèmes des champs et des jardins.

» Et nous, Messieurs, nous célébrons l'agriculture et ses bienfaits ; la Flore des jardins tresse des couronnes pour ceux qui se dévouent à son culte, tandis que nous vivons au sein de la paix et des plus abondantes moissons, qui ne tomberont que sous la faucille ou la sape, et la France, toujours prête à combattre, prélude dans son repos à d'autres triomphes par le triomphe des arts. »

M. le docteur Le Glay, président de la Société royale des Sciences, prononce ensuite le discours ci-après :

« Messieurs,

» Rien de plus faible que l'homme, rien de plus fort que l'humanité. Ce que l'homme isolé n'ose ni entreprendre, ni même vouloir, l'homme collectif le veut, le poursuit et l'atteint.

» Mais la société, ce n'est point la combinaison, le rapprochement des forces corporelles ; c'est l'union des intelligences, le concours des esprits, la tendance des volontés vers un but, une fin utile à tous. Il n'y a pas de société véritable entre les êtres dépourvus d'intelligence et de moralité. Les animaux s'assemblent et ne s'associent point ; les méchants, qui ne sont, comme on l'a dit, que des enfants robustes, loin de former une société, se liguent contre les bienfaits de l'ordre social.

» Gardons-nous de croire, Messieurs, que l'esprit d'association, qui de nous opère tant de prodiges, soit vraiment une nouveauté, un résultat du progrès moderne. A toutes les époques, cet admirable instinct s'est révélé ; et en tous lieux il a été plus ou moins satisfait. Partout où deux intelligences se rencontrent, il se forme une sorte d'alliance défensive contre les influences malfaisantes qui semblent avoir été laissées dans le monde pour donner à nos facultés un salutaire exercice et nous imposer sans cesse le besoin de la sociabilité.

» Ainsi en Égypte, ces colléges de prêtres où Platon et Pythagore allaient s'asseoir, humbles auditeurs ; en Grèce, le portique et les jardins d'Académus, les banquets philosophiques où Plutarque conviait ses concitoyens, la poétique pléiade qui brilla du temps de Ptolémée-Philadelphe, n'étaient, à proprement parler, que des associations pour la recherche du vrai dans la morale, dans les sciences, dans la poésie.

» Les formes ont été diverses, mais l'intention n'a point varié :

ce fut toujours pour marcher de concert à la conquête de la vérité que les intelligences se sont unies. On s'est mépris souvent sur les moyens, jamais sur le but ; car il y a en nous une voix qui nous crie incessamment que le bonheur est dans la vérité. Reste à savoir où se cache cette vérité elle-même.

» Elle est partout ; Dieu l'a jetée de sa main puissante sur tous les points de cet univers ; il l'a laissée tomber dans le calice des fleurs, comme au sein des mines profondes, dans le merveilleux tissu de nos organes comme dans la structure du globe que nous habitons.

» C'est aux sciences, à l'étude qu'il appartient de l'y découvrir. Travail immense, labeur sans fin et souvent sans fruit pour le génie d'un seul ! Tâche heureuse, facile et pleine de charmes pour ceux qui mettent leurs efforts en communauté !

» La variété des travaux ne nuit point à l'unité de l'ensemble. Quant un chef habile commande une armée, l'armée marche comme un seul homme : quand l'amour du bien et du vrai donne l'impulsion aux êtres intelligents, le bien se fait et le vrai se découvre, malgré la diversité des instruments. Il est bon même que le poète qui chante rencontre, de temps à autre, le savant qui médite. L'architecte qui bâtit et le laboureur qui sème ont quelquefois besoin d'entendre le chant du poète ou la parole de l'orateur.

» Une société académique, quels que soient la modestie de ses prétentions et le peu d'espace où se meut sa sphère d'activité, apporte toujours un notable tribut à cette œuvre de perfectionnement ; et pour qu'elle accomplisse sa mission, il n'est pas nécessaire que tous ceux qui la composent soient eux-mêmes des hommes supérieurs : l'opinion publique se borne à leur demander le sentiment vif de ce qui est utile et vrai, des vues droites, une bonne volonté persévérante.

» Si l'opinion, Messieurs, s'était montrée plus exigeante, nous n'oserions pas siéger ici.

» On a fait sagement, ce nous semble, de placer l'agriculture au premier rang dans les attributions de la plupart de nos académies de provinces. C'est un digne et naturel hommage rendu, je ne dirai pas, au premier de tous les arts, je dirai à la première vocation de l'homme. Notre ancien langage n'avait qu'un seul et même terme pour exprimer le travail et la culture des terres. Nos pères à tous, Messieurs, ont été laboureurs : seulement comme dit le poète :

L'un a dételé le matin,
L'autre l'après-dinée.

» Je n'ai point ici à faire l'éloge de l'agriculture, c'est un lieu commun toujours traité depuis qu'il existe des agriculteurs et des orateurs. Mais ce qu'il faut redire pourtant, c'est que les travaux agricoles, ces travaux exécutés à la face du ciel et, en quelque sorte, sous le regard immédiat de la providence, entretiennent et font honorer la vie de famille ; ils laissent dans les ames ces vertus de tradition, ce respect des mœurs primitives, qui sont la sauve-garde du pauvre, le principe de sa force corporelle et le soutien de sa vigueur d'esprit (1).

» On sait bien que, même au sein de nos campagnes, les mœurs ont beaucoup perdu de leur antique pureté ; mais malgré cette fâcheuse décadence, il reste certain que les peuples agricoles sont partout encore les plus moraux, les plus libres et les plus heureux.

---

(1) « En général, dit Bernardin de Saint-Pierre, les cultivateurs sont d'hon-
» nêtes gens : les plantes portent avec elles leur théologie. J'ai pourtant ren-
» contré un moissonneur athée : il est vrai qu'il n'avait pas pris ses opinions
» dans les campagnes, mais dans les livres.... Pour être laboureur, il n'est pas
» besoin de tromper, de flatter, de s'avilir, de faire violence à personne. On
» ne doit point ses profits au vice ou au luxe de son siècle, mais aux bienfaits
» du ciel. On tient du moins à la patrie par le coin de terre qu'on y cultive. »

(*Études de la nature.*)

» L'agriculture est sujette à plus d'un genre de désastre, sans nul doute ; mais elle ne connaît pas, ou du moins elle ne laisse pas connaître aux ouvriers qu'elle emploie ce malaise périodique si déplorable, connu dans nos villes sous le nom de crise commerciale. Jamais elle ne ferme ses ateliers ; car la terre ne peut rester en friche ; si l'heure présente est mauvaise, il faut travailler pour que l'heure qui suivra ne le soit point. On laboure, on sème, on cultive, on porte le poids du jour et de la chaleur ; mais on n'est point fatigué du travail de vivre. Au lieu de se jeter violemment dans la paresse et le désespoir, au lieu de faire entendre le cri séditieux de l'émeute, l'homme des champs espère mieux de l'avenir, il redouble de sollicitude et confie au ciel le soin de sa moisson prochaine.

» Hélas ! Messieurs, il est pourtant une maladie morale à laquelle nos campagnes n'ont pas su échapper. C'est cette fiévreuse ambition qui fait que personne ne se trouve bien à la place où il est ; c'est ce désir immoderé, aveugle, d'une position supérieure à celle que l'on occupe. On délaisse sa famille, on abdique son indépendance ; on dit adieu aux douceurs du toit paternel ; pourquoi ?.... pour venir traîner dans les villes une existence précaire, agitée, soumise à mille chances douloureuses.

» Combien de fois le fils du laboureur, conduit et retenu au sein de nos cités par de menteuses espérances, n'a-t-il pas maudit le jour où il y est venu ? Que de fois il a regretté amèrement son hameau, sa ferme, sa charrue !

C'est ainsi que les campagnes se dépeuplent sans profit pour les villes, et que des bras superflus viennent incessamment s'offrir à l'industrie, qui a plus besoin de machines que de bras. L'agriculture, au contraire, n'en a jamais assez. Unissons-nous donc, Messieurs, pour rendre aux travaux du labourage leur primitive dignité ; appelons sur l'économie rurale l'équitable sollicitude du gouvernement, et, à cet égard, l'autorité nous en

donne encore aujourd'hui, par l'organe d'un magistrat que nous vénérons, un témoignage éclatant. Si le pouvoir lui doit encouragement et protection, nous, nous lui devons instruction et lumières. Ces primes que nous décernons, ces solennités auxquelles accourt un auditoire brillant, sont propres sans doute à émouvoir les cœurs et à exciter momentanément une noble émulation : mais ce ne sont là que des moyens secondaires, transitoires, fugitifs : il faut remonter plus haut si l'on veut donner à l'agriculture le rang qu'elle mérite et la constituer enfin en véritable science.

» En un mot, Messieurs, ici comme dans toutes les autres parties du système social, c'est encore à l'éducation qu'il faut recourir. A l'agriculteur, donnons une éducation agricole.

» Comme l'éducation morale, celle-ci doit commencer dès le premier âge. A cette époque de la vie, nulle prévention fâcheuse, nulle idée fausse ne s'est encore emparée de l'esprit, qui est ouvert alors à toutes les bonnes impressions et qui est avide d'apprendre.

» On connaît la prédilection naturelle et touchante des enfants pour les travaux champêtres et leur aptitude à comprendre tous les détails qui s'y rattachent. Qu'ils reçoivent donc dans les écoles primaires les éléments d'un art auquel leur vie entière sera consacrée; que la culture des champs leur soit montrée comme une science belle, facile, pleine de clarté dans ses principes, pleine de bonheur dans son application. Faites rédiger un petit livre bien simple, bien lumineux, qui soit, comme le catéchisme, un manuel universel accueilli avec une douce confiance, non seulement dans les écoles, mais aux foyers domestiques de toutes les chaumières.

» Apprendre ainsi à cultiver les champs, c'est concourir à les faire aimer; et les faire aimer, c'est une œuvre patriotique.

» Pour moi, Messieurs, avant de finir cette allocution déjà trop longue, voici le langage que je voudrais tenir à l'habitant des campagnes :

» Ne délaissez pas le sol que vos pères ont cultivé; ne dédaignez pas le toit qui les a vus mourir et qui vous a vus naître. Croyez-moi; le bonheur ne voyage pas : il craint l'air insalubre des villes. La terre est une bonne mère : elle a toujours de quoi nourrir et vêtir les enfants qui lui restent fidèles; son sein est inépuisable : il recèle les seules richesses véritables, richesses qui se reproduisent sans relâche et sous mille formes diverses. Nos vœux, nos sympathies, notre concours vous iront chercher dans ces champs fécondés par vos sueurs honorables; et un jour peut-être, au lieu de vous appeler ici pour vous décerner ces primes, ces gracieux emblêmes de vos travaux, nous irons proclamer parmi vous vos paisibles succès. Nous célébrerons ensemble la fête des laboureurs au milieu des pompes de la nature; et le théâtre de vos travaux sera aussi le théâtre de vos triomphes.

Après M. Le Glay, M. Borelly, vice-président de la Société d'Horticulture, a prononcé un discours au nom de cette Société.

Enfin, M. le docteur Hautrive, secrétaire de la commission d'agriculture, a proclamé les noms des cultivateurs auxquels des récompenses ont été accordées.

Houblonnières.

Une prime de 100 francs à M. Jean-Baptiste Castel, brasseur, à Hellemmes, pour avoir augmenté son ancienne houblonnière de 20 ares de houblon français.

Expériences agronomiques.

Une prime de 75 francs à M. Jean-Baptiste D'Halluin, cultivateur, à Marcq-en-Barœul, pour avoir planté en lignes 40 ares d'avoine et 10 ares de blé de mars.

Instruments aratoires.

1.° Une médaille d'encouragement à M. Braquaval, maire d'Hem, pour avoir perfectionné un *Sarcloir*.

2.° Une médaille d'encouragement à M. Pierre Philippo, charron, à Marcq-en-Barœul, pour avoir présenté un modèle de *Herse à rouleau*.

3.° Une médaille d'encouragement à M. Wery, fabricant de sucre de betteraves, à Hellemmes, pour avoir importé dans l'arrondissement de Lille une *Charrue à deux socs* et une *Charrue à semoir*, de l'invention de M. André Jean, de la Rochelle.

Cultures nouvelles.

Une prime de 75 francs est accordée à M. D'Halluin père, fermier, à Marcq-en-Barœul, pour avoir cultivé du *Chanvre du Piémont*, du *Mûrier blanc* et du *Blé de la Trinité*.

Salubrité.

La Société a promis, dans son programme de 1837, de décerner une médaille d'or de la valeur de 200 francs au fabricant de céruse qui justifierait avoir adopté, dans l'organisation des travaux de son établissement, les mesures les plus efficaces pour atténuer les dangers inhérents à la manutention de la céruse. M. Théodore Lefebvre, fabricant de céruse, aux Moulins, a mérité cette médaille.

Une grande médaille d'encouragement est accordée à M. Poelman de Moor, fabricant de céruse, aux Moulins.

Pour récompenser le zèle, l'intelligence et la bonne conduite des bergers et des maîtres-valets de l'arrondissement de Lille, la Société a fondé différents prix pour être décernés dans sa séance publique annuelle.

Berger.

Le sieur Florent Gillon, depuis 28 ans berger chez M.me V.e Hochart, à Hallennes lez-Haubourdin, a mérité la récompense due à ses bons et loyaux services.

Une houlette d'argent lui est accordée.

Maîtres-Valets.

1.° Les épis d'argent proposés en prix au maître-valet de l'arrondissement de Lille le plus habile à tracer un sillon et à exécuter les travaux agricoles, ont été mérités par le sieur Constant Delannoy, maître-valet pendant 22 ans chez M. Baudoux, cultivateur, à Ennetières, et depuis 37 ans chez M. Hocédez, fermier, à Wattignies.

2.° Une fourche d'honneur est accordée au sieur Jacques Thieffry, depuis 50 ans maître-valet dans la famille de M. Fry, cultivateur, à Tressin.

3.° Une médaille d'argent au sieur Augustin Pasquier, depuis 37 ans maître-valet chez M.elle Wartel, fermière, à Templeuve.

4.° Une médaille d'argent au sieur François Dubar, depuis 35 ans maître-valet chez M. Benjamin Masquelier, de Sainghin-en-Mélantois.

5.° Une médaille d'argent au sieur Joachim Demouveaux, depuis 30 ans maître-valet chez M. Dutilleul, fermier, à Gruson.

6.° Une médaille d'argent au sieur Antoine Hérenc, depuis 21 ans maître-valet chez M. Delemazure, fermier, à Beaucamps.

La Société s'étant réservé de décerner des médailles et des primes aux auteurs de quelque découverte ou de quelque perfectionnement non compris dans son programme, accorde une médaille d'encouragement à M. Jean-Baptiste Fromagier, machiniste du théâtre de Lille, pour l'invention d'un *Calorifère* économique

OUVRAGES

ENVOYÉS A LA SOCIÉTÉ

PENDANT L'ANNÉE 1837.

1.° *Ouvrages envoyés par des membres de la Société.*

BABINET. Mémoires d'optique météorologique.

— Précis d'un mémoire sur les caractères optiques des minéraux.

BOURDON (Henri). Note sur les cultures comparées du mûrier dans les départements méridionaux.

CLÉMENT-HÉMERY (M.me). Supplément aux fêtes du département du Nord.

— Document inédit sur l'entrée de monseigneur Robert de Fleury, archevêque de Cambrai.

DERODE (Victor). L'Arc de triomphe de l'Étoile, ode.

DRAPIER. Encyclographie du règne végétal, livraisons 41-48.

— Cours complet d'histoire naturelle médicale et pharmaceutique, d'après Richard, Cuvier, etc., nouvelle édition.

— Dictionnaire classique des sciences naturelles, 1.re livraison, texte et planches.

— Nouveaux Éléments de botanique et de physiologie végétales, par Ach. Richard, nouvelle édition augmentée, etc.

DUVERNOY. Études sur le foie. Premier mémoire de la forme du foie des mammifères.

DUVERNOY. Plusieurs Notes sur quelques ossements fossiles de l'Alsace et du Jura.

— Mémoire sur quelques particularités des organes de la déglutition de la classe des oiseaux et des reptiles, etc.

FÉE. Discours d'ouverture du Cours de botanique de la Faculté de médecine de Strasbourg, pour 1837.

GIRARDIN. Notice biographique sur Ed. Adam.

GIRARDIN et MORIN. Rapport sur une nouvelle source d'eau minérale découverte à Forges-les-Eaux, par le docteur Cisseville.

GUÉRARD. Mémoire sur l'homœopathie.

GUERRIER DE DUMAST. Nancy : histoire et tableau.

HURTREL D'ARBOVAL. Dictionnaire de médecine vétérinaire, nouvelle édition, 1.er volume.

KUHLMANN. Rapport sur la situation actuelle de la question des houilles dans le Nord de la France.

LEFEBVRE (Alex.). Description de quelques Lépidoptères nocturnes hyperboréens.

MANGON DE LALANDE. Dissertation sur la Pierre levée de Poitiers.

— Rapport sur la question de l'*Ascia*.

— Notice sur une médaille gauloise.

— Rapport sur les galeries souterraines de l'antique enceinte de la ville de Poitiers.

— Mémoire sur une tessère et un pied de statuette en ivoire, trouvés au quartier de Moutier-Neuf.

— Notice sur la position d'une bourgade gauloise et d'un *oppidum* romain au Puy-de-Gaudi (Creuse).

MARQUET-VASSELOT. Du Système cellulaire de nuit, pour la réforme de nos prisons.

MATHIEU DE DOMBASLE. Instruction sur le sulfatage, comme moyen préservatif de la carie du froment.

PALLAS. Recherches sur le maïs.

QUÉTELET. Mémoire sur les variations diurne et naturelle de la température, et en particulier de la température terrestre à différentes profondeurs.

— Positions de physique, ou résumé d'un cours de physique générale.

— Sur la latitude de l'Observatoire de Bruxelles.

— Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles, 1836.

VARNKOENIG. Histoire de France (traduit de l'Allemand).

VASSE DE SAINT-OUEN. Mémoire sur l'enseignement de la langue latine.

DE VILLENEUVE. Rapport sur les filtres à charge permanente, pour les sucs sucrés, fait à l'Académie de Marseille.

2.° *Ouvrages adressés par des étrangers.*

AMIOT. Second Mémoire à la chambre des députés sur le défrichement des terres incultes.

CARRIER (Amand). Le pour et le contre sur la culture du mûrier multicaule, introduit par M. Perrotet en 1821.

LACRETELLE (Ch.). Rapport fait à l'assemblée générale de l'Académie de Mâcon au nom de la commission du concours.

VIRLET. Notice sur les marbres.

3.° *Ouvrages envoyés par les Sociétés non correspondantes.*

QUIMPER. Séance annuelle et publique de la Société d'émulation; janvier 1837.

RENNES. Compte-rendu des travaux de la Société des sciences et des arts, 1833-1835.

VALENCE. Bulletin de la Société de statistique, des arts utiles et des sciences naturelles de la Drôme, 1837.

ENVOIS

DES SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES

PENDANT L'ANNÉE 1837.

ABBEVILLE. Du courage, de la bravoure, du courage civil, discours prononcé par le président de la Société royale d'émulation. Séance du 4 novembre 1836.

ANGERS. Bulletins de la Société industrielle.

ANGOULÊME. Annales de la Société d'agriculture, arts et commerce du département de la Charente, 1837.

BESANÇON. Académie des sciences, belles-lettres et arts. Séance publique, 1837.

BORDEAUX. Académie royale des sciences, belles-lettres et arts. Séance publique, 1836.

BORDEAUX. Actes de la société linnéenne, 1836.

BOURGES. Bulletins de la Société d'agriculture du département du Cher.

BRUXELLES. Bulletins de l'Académie royale des sciences et belles-lettres. Année 1837.

— Annuaire de l'Académie pour 1836.

— Mémoires couronnés par l'Académie royale de Bruxelles, tomes 8, 9 et 10.

— Notices et extraits de manuscrits de la bibliothèque dite de Bourgogne, relatifs aux Pays-Bas.

— Nouveaux mémoires de l'Académie de Bruxelles, tomes 7, 8 et 9.

CHALONS. Séance publique de la Société d'agriculture, commerce, sciences et arts du département de la Marne. Septembre 1836.

DIJON. Mémoires de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres, 1835.

EVREUX. Bulletins de l'Académie ébroïcienne, 1837.

— Recueil de la Société libre d'agriculture, sciences, belles-lettres et arts du département de l'Eure, 1837.

FALAISE. Recueil publié par la Société d'agriculture de l'arrondissement.

FOIX. Annales agricoles, littéraires et industrielles du département de l'Ariège, 1837.

GENÈVE. Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle, tomes 1—7.

LE HAVRE. — Résumé analytiquedes travaux de la Société hâvraise d'études diverses, 1836.

LE MANS. Bulletins de la Société royale d'agriculture, sciences et arts, 1836-1837.

LILLE. Association lilloise, procès-verbaux de ses séances, 1836-1837.

LYON. Compte rendu des travaux de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts, pendant l'année 1836.

MEAUX. Société d'agriculture, sciences et arts, publications de mai 1835 à mai 1836.

MULHAUSEN. Bulletins de la Société industrielle.

NANTES. Journal de la section de médecine de la Société académique du département de la Loire-Inférieure, tomes 12 et 13.

PARIS. Bulletins de la Société géologique de France, tome 8.

— Bulletins de la Société de géographie, tome 7.

— Annales de la Société royale d'horticulture, 1837.

ROUEN. Précis analytique des travaux de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen.

SAINT-ÉTIENNE. Bulletin de la Société industrielle, 1837.

TOURS. Annales d'agriculture, publiées par la Société d'agriculture, des sciences, arts et belles-lettres du département d'Indre-et-Loire, tome 16.

TROYES. Mémoire de la Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres du département de l'Aube.

CONGRÈS SCIENTIFIQUE DE FRANCE, 4.e session.

OUVRAGES

ENVOYÉS PAR LE GOUVERNEMENT.

Description des machines et procédés spécifiés dans les brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée, publiée, d'après les ordres du ministre de l'intérieur, par M. Christian, directeur du Conservatoire des arts et métiers; tomes 29 et 30.

Douzième supplément du Catalogue des spécifications, des brevets d'inventions, de perfectionnement et d'importation; année 1836.

Mémoires d'agriculture, d'économie rurale et domestique, publiés par la Société royale et centrale d'agriculture; 1835.

Annales de l'industrie nationale, recueil industriel, manufacturier, agricole et commercial de la salubrité publique et des beaux-arts, renfermant la description des expositions publiques faites en France et à l'étranger, par M. de Moléon; année 1837.

Rapport du jury central sur les produits de l'industrie française exposés en 1834, par le baron Ch. Dupin.

Résumé des principaux traités chinois sur l'industrie de la soie, traduit par M. Jullien.

Rapport sur l'industrie des soies, par M. Henri Bourdon.

ABONNEMENTS DE LA SOCIÉTÉ.

LA SOCIÉTÉ A REÇU PAR ABONNEMENT :

Annales de chimie et de physique, par MM. Guy-Lussac et Arago.

Annales des sciences naturelles, par MM. Audouin, Ad. Brongniart et Dumas.

L'Institut, journal général des Sociétés, et travaux scientifiques de la France et de l'étranger (1.re et 2.e sections).

Bibliothèque universelle de Genève.

Journal de la Société phrénologique de Paris.

Journal des connaissances usuelles et pratiques.

Journal des connaissances utiles.

Revue du Nord de la France.

Annuaire statistique du département du Nord.

La Flandre agricole et manufacturière.

Archives médicales.

Journal des savants.

Moniteur de la propriété et de l'agriculture.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ EN 1837.

M. BAULINCOURT, une tête osseuse de *Bos Taurus* et un bois de chevreuil trouvés dans la tourbière de Berquigneul.

M. CORDIER, une stalagmite de la grotte de Mouchamp, près de Liège et de Spa.

M. DANHAUSER, madréporite astreoïde, de Soignies, en Belgique.

Ammonite écrasée de Gerolstein en Eifel.

Pholades fossiles trouvées dans la tourbe d'Ostende.

M. LEFEBVRE (Alexandre), une boîte d'insectes d'Égypte.

M. VANHENDE, cinq médailles grecques en bronze, de Hiéron II, roi de Sicile, Syracuse de Sicile, Brutium, Carthage d'Afrique. Dons faits au musée d'antiquités.

De M. le maire de Lille, d'un don fait à la ville par M. DUVERGER fils, de deux médailles en or, deux grandes en argent; une petite médaille et douze jetons en argent de l'imprimerie royale, obtenus par lui pour des perfectionnements dans la typographie; le tout d'une valeur de 936 fr. 70 c., dont le produit devait servir suivant le désir du donateur à l'extension de l'instruction primaire; mais le conseil municipal, voulant honorer le don de son ancien protégé, a décidé que les médailles seraient déposées au musée et qu'il serait alloué un crédit supplémentaire au budget de 1837 de mille francs pour les écoles primaires communales de la ville de Lille.

ÉTUDE D'UN CHEMIN DE FER DE LILLE A DUNKERQUE,

Par M. DAVAINE, membre résidant,

(Page 148 et suiv.)

ERRATA.

Page 160, dernière ligne, *au lieu de* trente, *lisez* seize.

Page 173, 3.e ligne après le tableau, *au lieu de* longueur, *lisez* largeur.

A l'estimation de la dépense, *au lieu de* rails, *chars*, dés, *lisez* rails, *chairs*, dés.

Page 182, 3.e colonne du tableau, 5.e ligne en remontant, *au lieu de* 500, *lisez* 1,500.

Même colonne, 2.e ligne en remontant, *au lieu de* 0,02, lisez 0,002.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

PHYSIQUE ET MATHÉMATIQUES.

Pages.

Essai d'une théorie du parallélogramme de Watt, par M. VINCENT, C. (1)..... 5
Sur les Couronnes, par M. DELEZENNE, R..... 29
Tables barométriques, par M. DELEZENNE, R..... 93

CHIMIE.

De l'Eau dans quelques réactions chimiques, par M. F. KUHLMANN, R..... 143

ARTS INDUSTRIELS.

Étude d'un chemin de fer de Lille à Dunkerque, par M. DAVAINE, R..... 148
Idem, errata..... 422
De la fabrication du noir animal dans ses rapports avec la salubrité publique, par M. F. KUHLMANN, R..... 199

(1) C. signifie membre correspondant, R. membre résidant.

Pages.

Quelques expériences concernant la fabrication du sucre de betteraves, par M. F. Kuhlmann, R..... 212

Note sur la possibilité de distinguer les filaments du lin et du coton par l'observation microscopique, par M. Thém. Lestiboudois, R..... 219

De l'utilité des agents chimiques pour distinguer le lin du du coton, par M. F. Kuhlmann, R..... 223

Notice sur un instrument de Tachygraphie appelé tachygraphe, par M. A. Dujardin, R..... 228

Simplification de l'écriture de la musique, par M. A. Dujardin, R..... 234

GÉOLOGIE.

De la Cosmogonie de Moïse, comparée aux faits géologiques, par M. Marcel de Serres, C..... 237

CRYPTOGAMIE.

Notice sur quelques plantes cryptogames nouvellement découvertes en France, par M. J.-B.-H.-J. Desmazières, R..... 273

BOTANIQUE.

Exposition des plantes vivaces de pleine terre, présentées selon leur emploi dans les jardins paysagers, par M. De Pronville, C..... 280

Note sur le genre *Samolus*, par M. Thém. Lestiboudois, R..... 315

Note sur deux Graminées françaises, par M. A. Mutel, C..... 320

MÉDECINE.

Pages.

Relation de plusieurs cas d'hydrophobie et réflexions sur cette maladie, par M. L. Demeunynck, C..... 338
Accroissement contre nature de l'ongle du gros orteil, par M. A. Dujardin, R..... 355
Remarques physiologiques et thérapeutiques sur une plaie du cou, par M. Lebleu fils, C..... 358
Rapport d'une commission composée de MM. Bailly, Vaillant et Dourlen fils, rapporteur, RR..... 363

POÉSIE.

Sur l'invention de l'imprimerie, traduction de l'espagnol, par M. Moulas, R..... 377
A l'expédition espagnole pour introduire la vaccine en Amérique, sous la direction de Don François Balmis, par M. Moulas, R..... 384

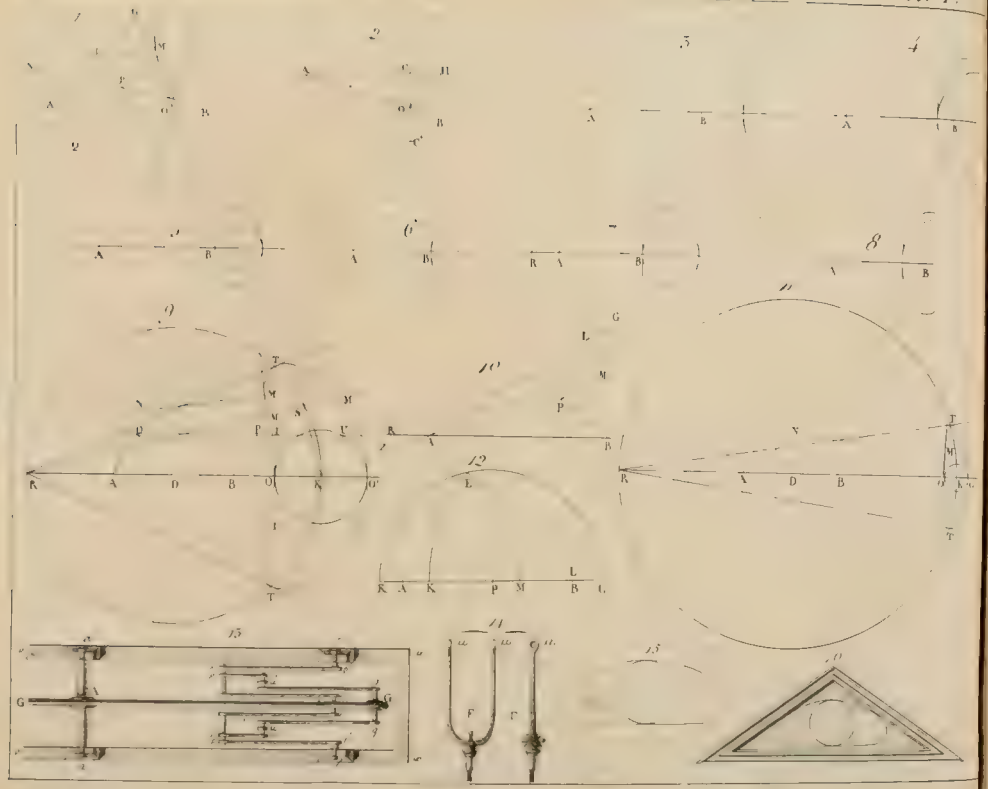
NÉCROLOGIE.

Discours prononcé sur la tombe de M. Dambricourt, au nom de la société, par M. Thém. Lestiboudois, R..... 390

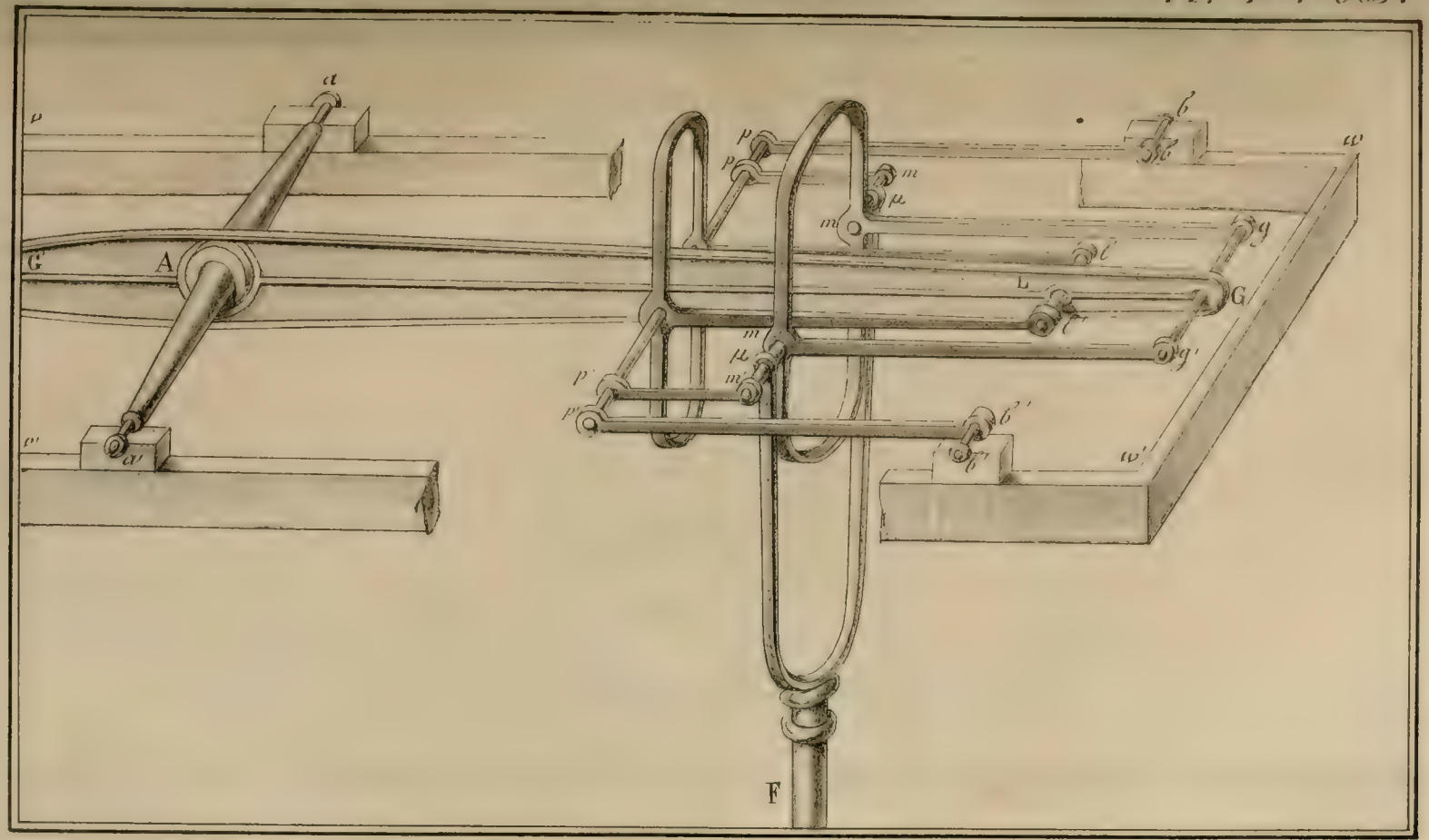
Programme des prix proposés par la société pour être décernés en 1838..... 393
Séance publique du 28 juillet 1837..... 399
Ouvrages envoyés à la société pendant l'année 1837..... 413
Envois des sociétés correspondantes pendant l'année 1837. 416
Ouvrages envoyés par le gouvernement..... 419
Abonnements de la société..... 420
Dons faits à la société..... 421

BRITISH MUSEUM

NATURAL HISTORY


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

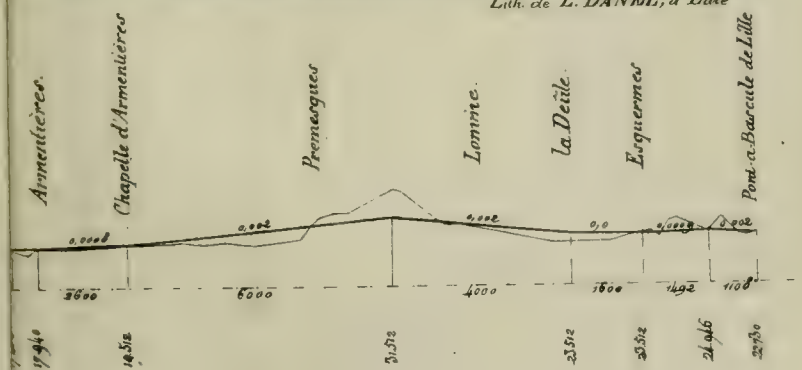
Pl. 7e. bis.

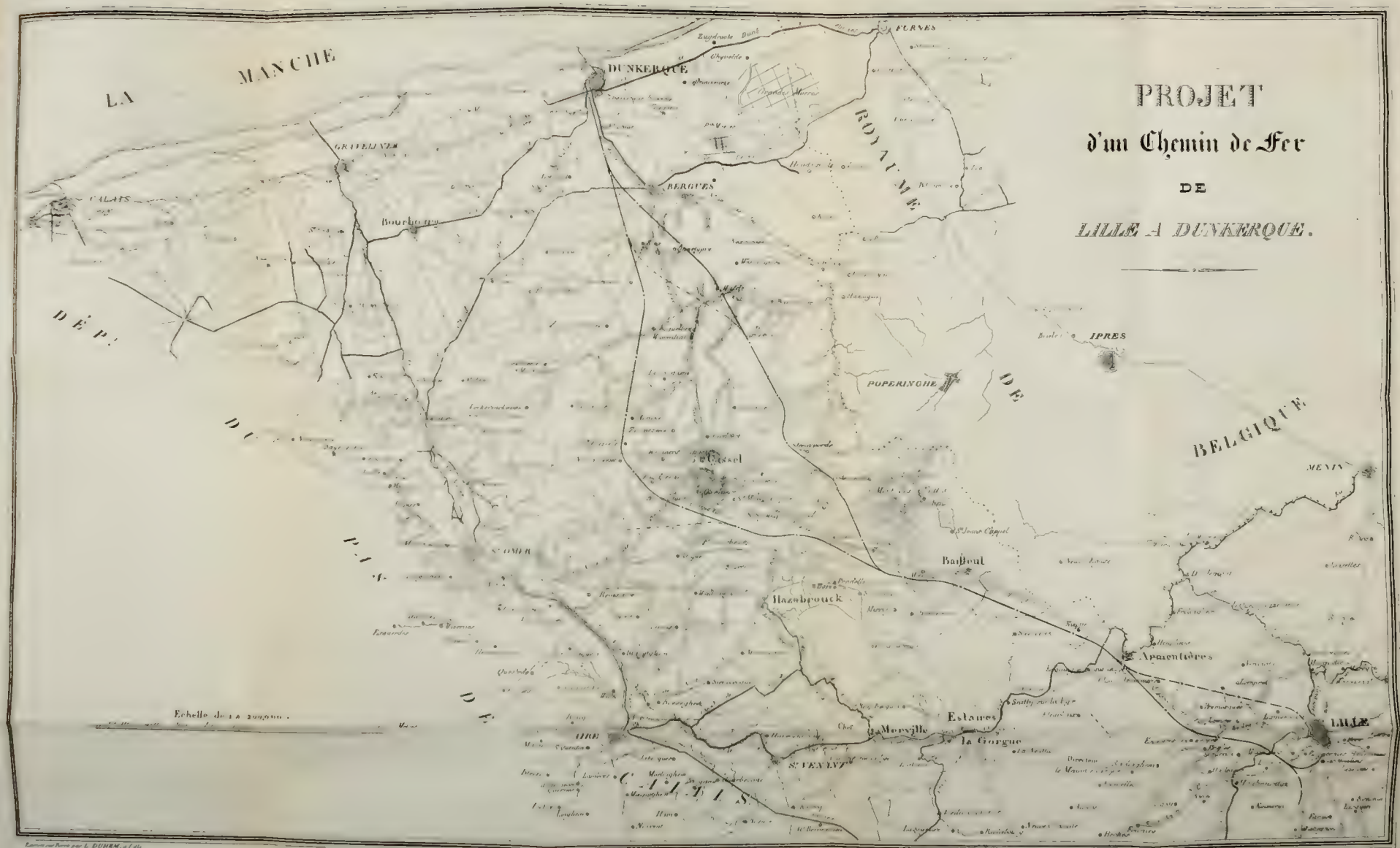


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

Pl. 2.

Lith. de L. DANEL, à Lille





PROJET

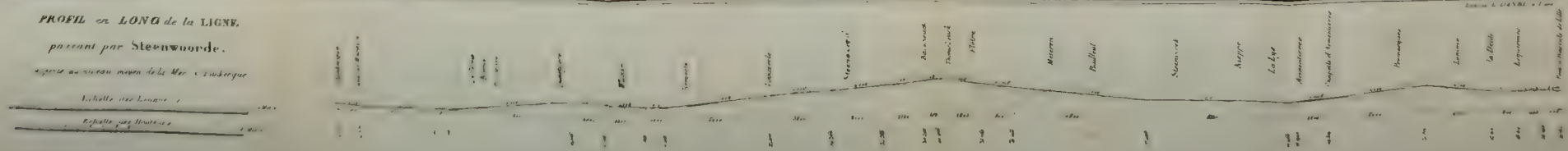
d'un Chemin de Fer

DE

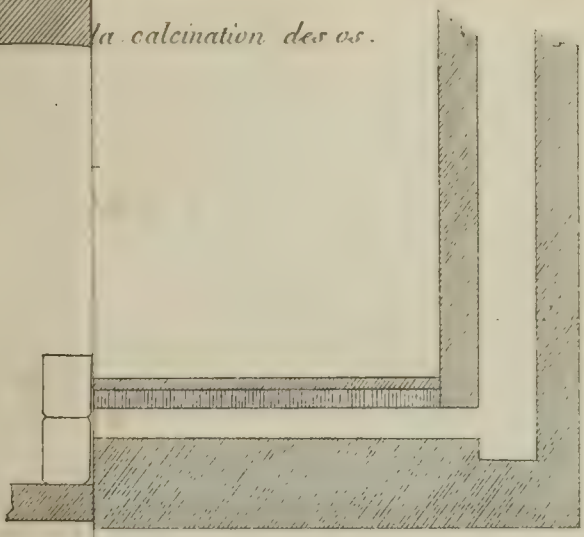
LILLE A DUNKERQUE.

PROFIL en LONG de la LIGNE

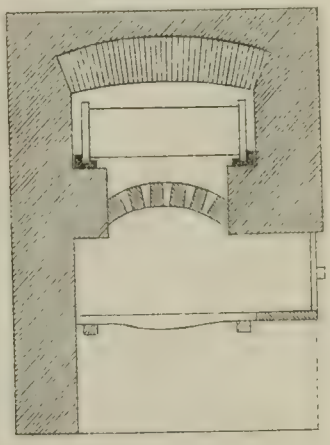
passant par **Steenwoorde.**

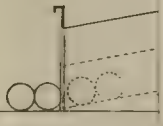


la calcination des os.



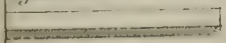
Coupe transversale sur la Ligne AB. (Echelle 1/2)



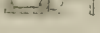


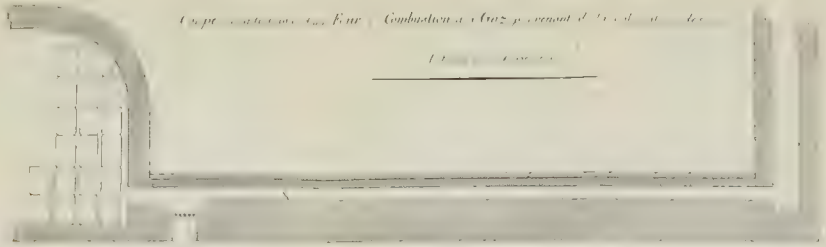
mètre

ligne ab

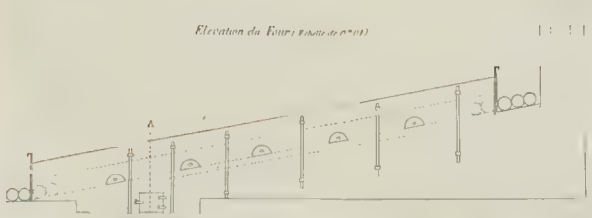


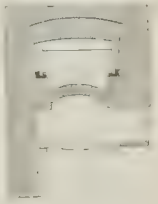
Coupe sur la ligne cd.





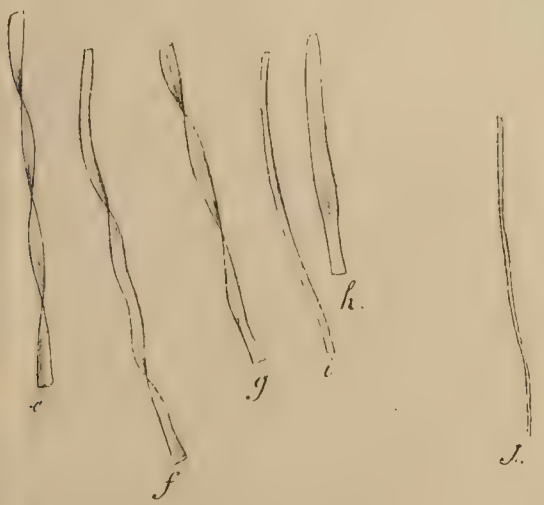
Four à circulation continue

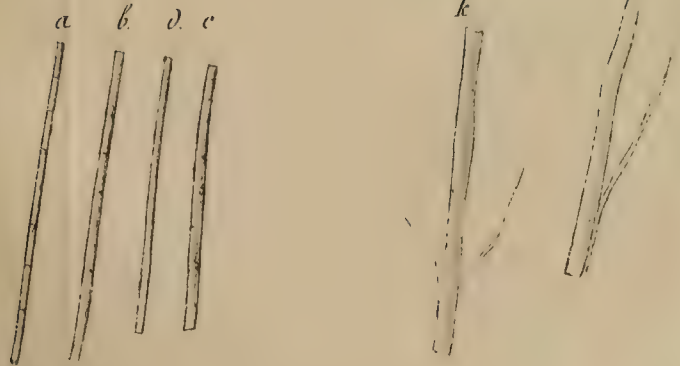




Filamens de lin et de coton.

(vus au microscope.)





Pl.e 5.

Fig. 1re

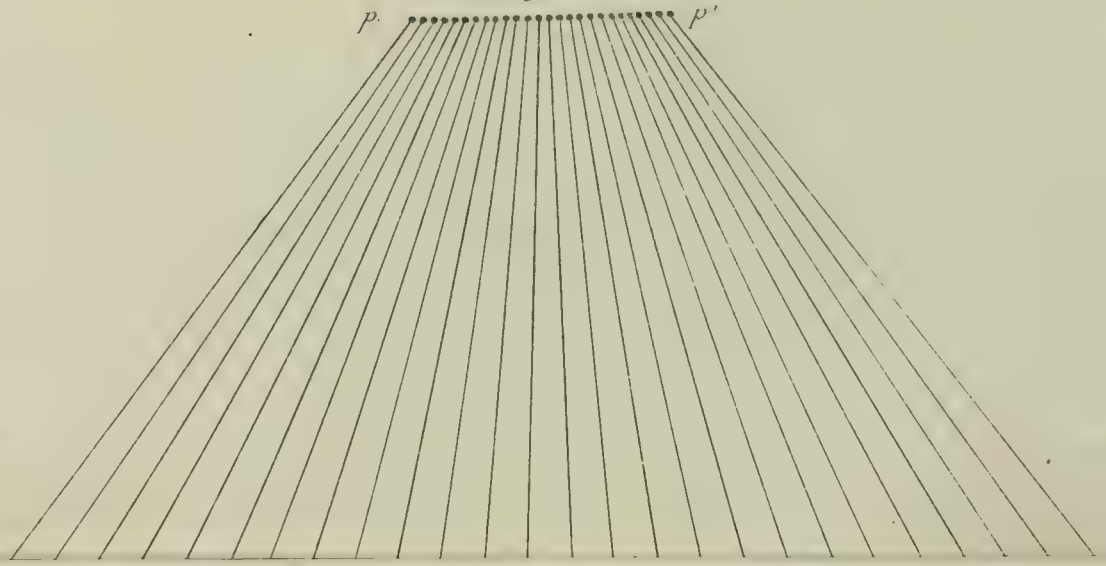
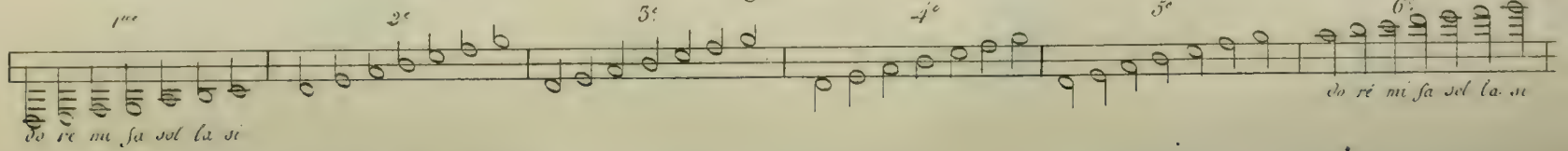


Fig. 6.



Pl.e 3.

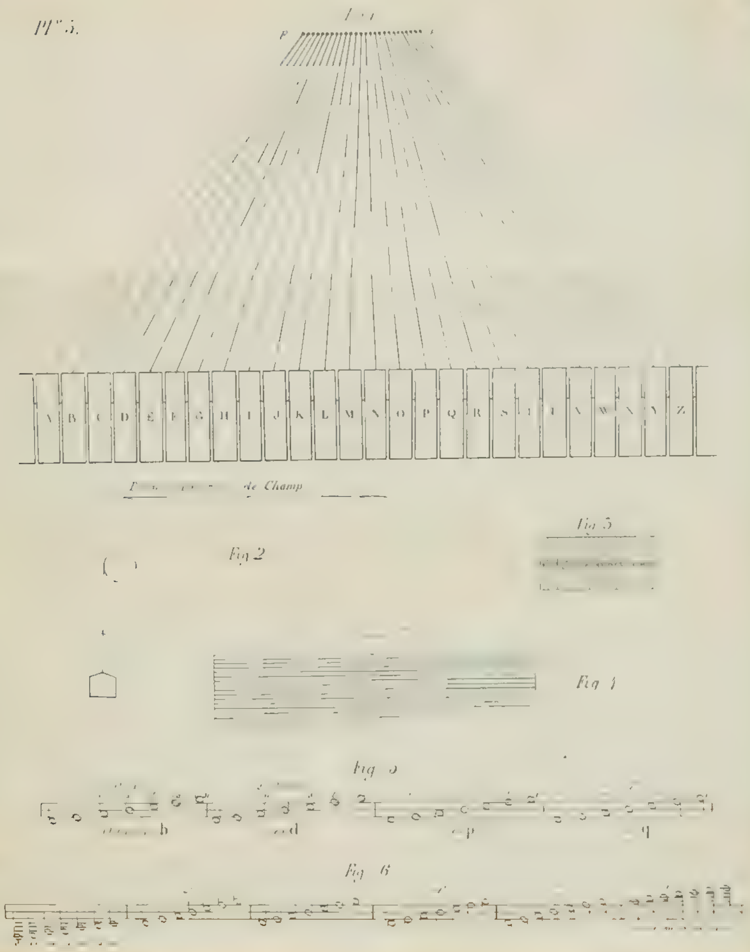
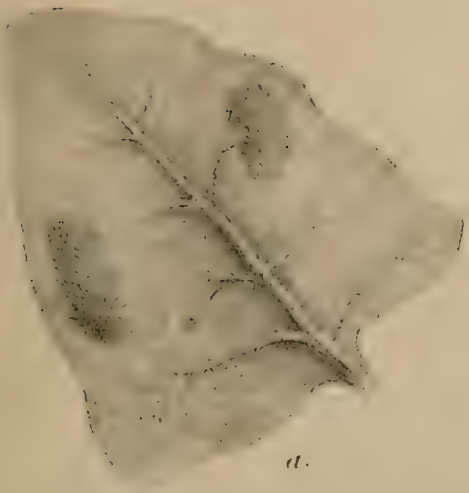

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
de Champ
Fig 2
Fig 3
Fig 4
Fig 5
Fig 6

Fig: 1ere

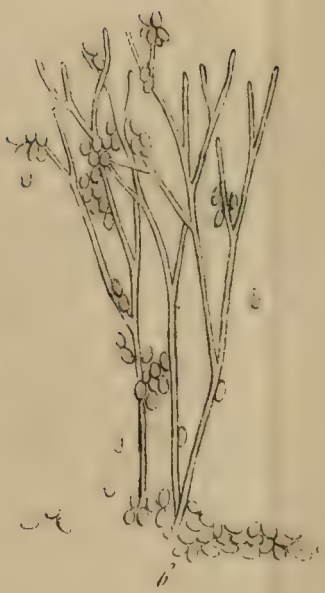


a.

b.

Fig: 2.

a



b

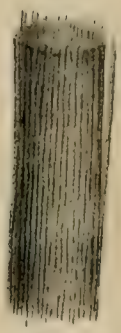
1 Botrytis effusa, Grev. 2 Botrytis olivaceo-lutea, Darmaz:

Fig. 1.re

a

d.

b

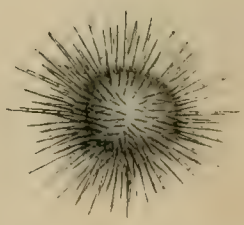


e.

c.

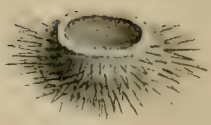
Fig. 2.

a



b

d.



c

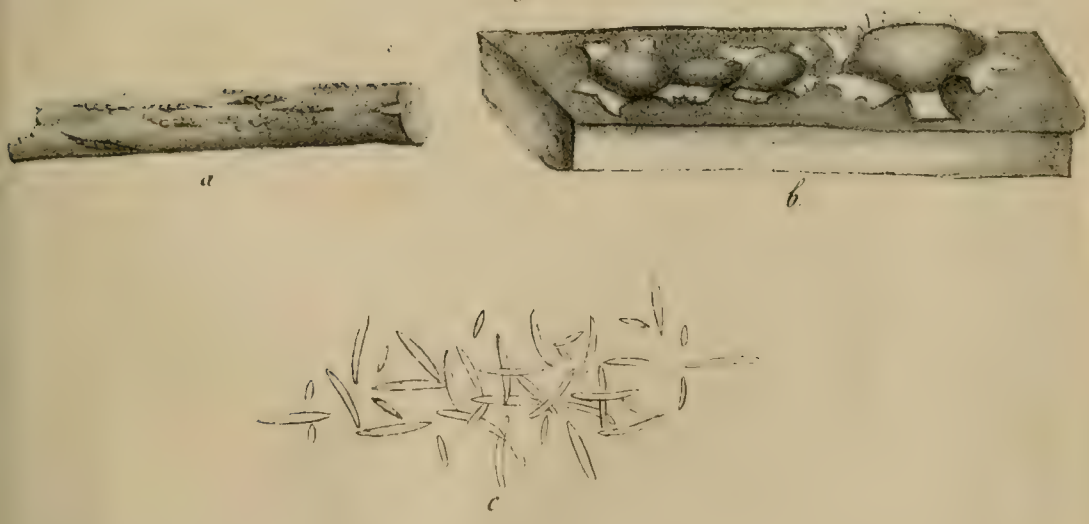
1. Sporocybe Desmazieri, Fries.

2. Peziza Clavariarum, Desmaz.

Fig 1^re

Fig 2.

Fig 3



1. *Peziza agyrioides, Desmaz.*

2. *Sclerotium concavum, Desmaz.*

3. *Fusarium lateritium, Var. Mori, Desmaz.*

1.

Samolus Valerandi.

2

b b b b b

a a a a a

3

B

C A C D

1

Samolus Littoralis

2.

4

5.

1.

Lysimachia ciliata.

2.

B

A A

B B

A A

B A B

3.

A B C

B

A

C

B

A

A

C